

الكهرباء في تجارب

٩

السلسلة العلمية

مكتبة الطفل . مكتبة الطفل . مكتبة الطفل . مكتبة الطفل . مكتبة الطفل . مكتبة الطفل . مكتبة الطفل

في سبيل ثقافة علمية هادفة للاطفال
تصدر
دائرة ثقافة الاطفال
ثلاث سلاسل من الكتب العلمية للاطفال والاحداث

- السلسلة الاولى بعنوان (صديقتنا الطبيعة) وهي موجهة للاطفال بعمر ٧ - ٨ سنوات وصدر منها ثلاثة كتب هي :

١ - الحيوانات في الطبيعة .
٢ - النباتات في الطبيعة .
٣ - الصخور في الطبيعة .

- السلسلة الثانية بعنوان (حكايات رائد) وهي موجهة للاطفال بعمر ٩ - ١٠ سنوات وصدر منها ثلاثة كتب هي :

١ - رائد والقمر .
٢ - رائد والغذاء .
٣ - رائد والآلات .

- السلسلة الثالثة بعنوان «نتعلم من التجربة» وهي موجهة للاحداث بعمر ١١ - ١٢ سنة وصدر منها ثلاثة كتب هي :

١ - الهواء في تجارب .
٢ - الماء في تجارب .
٣ - الكهرباء في تجارب .

ترقبوا صدور كتب اخرى في هذه السلاسل العلمية الثلاث .

الجمهورية العراقية - وزارة الثقافة والاعلام - دائرة ثقافة الأطفال - مكتبة الطفل

الناشر : دائرة ثقافة الأطفال . . ص . ب ١٤١٧٦ بغداد

سعر النسخة ٥٠ فلساً



نتعلم من التجربة ٣

الكهرباء في تجارب

الكهرباء في تجارب

تأليف : كامل أدهم الدبّاغ



رسوم : مجموعة من الرسامين
تصوير : عصام المحاويلي
رضا حسن

« مكتبة الطفل »
دائرة ثقافة الأطفال
وزارة الثقافة والاعلام
الجمهورية العراقية

السلسلة العلمية
٩



الكهرباء في الطبيعة وفي الحياة

إنَّ مشهدَ سقوطِ الأمطار في الشتاءِ هو من المشاهدِ المألوفةِ في كثيرٍ من مناطقِ العالمِ . ولو أنَّ الأمطارَ لا تسقطُ دائماً في الشتاءِ . إذ توجدُ مناطقُ في العالم تسقطُ فيها الأمطارُ في الصيفِ وليسَ في الشتاءِ .

وسواءٌ سقطت الأمطارُ في الشتاءِ أو في الصيفِ فإنَّ مصدرَها دائماً من الغيومِ التي يحملها الهواءُ وتسيِّرُها الرياحُ .

وقد يحلو لنا ونحنُ في بيوتنا أن نراقبَ من خلالِ النوافذِ مشهدَ الغيومِ ومشهدَ الأمطارِ . وقد لا يطولُ بنا الزمنُ حتى يلمعَ في النوافذِ ذلك الضوءُ الخاطفُ الآتي من الغيومِ الذي نُطلقُ عليه (البرق) وما هي إلا لحظاتٌ أخرى قليلةٌ حتى تهدرَ السماءُ بذلك الصوتِ المُجلجلِ الذي يشبه أصواتَ الانفجاراتِ المتلاحقةِ الذي نُطلقُ عليه (الرعد) . ولا شك أن ظاهرةَ البرقِ والرعدِ تُثيرُ فينا الكثيرَ من الأسئلةِ وسوف تكونُ لنا عودةٌ إليها في مكانٍ لاحقٍ من هذا الكتابِ . والشيءُ الذي نَوَدُّ الاشارةَ إليهِ هنا هو أنَّ العلماءَ من خلالِ التجاربِ والدراساتِ التي أجروها توصلوا إلى أنَّ سببَ حدوثِ البرقِ والرعدِ هو تفريغٌ كهربائيٌ أي شرارةٌ كهربائيةٌ تحدثُ في الغيومِ . ولا بُدَّ أنْ نسألَ أيضاً عن مصدر الكهربائيةِ في الغيومِ وهو ما سوفَ نعودُ إليه أيضاً .

ولكنْ قبلَ العودةِ إلى مثلِ هذهِ الأمورِ ولكي نستطيعَ فهمَ هذهِ الظاهرةِ وأمثالِها من الظواهرِ الكهربائيةِ في الطبيعةِ يجبُ علينا أن نعرفَ بعضَ الشيء عن مبادئ الكهربائيةِ وخصائِصها . وهذا ما سنحاولُهُ عزيزي القارئ من خلالِ مجموعةٍ من التجاربِ العلميةِ التي نعتقدُ بأنَّ من السهلِ عليكَ اجراؤها .

كذلك فانَّ الكهربائيةَ تُستخدَمُ في مجالاتٍ واسعةٍ في حياتِنا ، في البيتِ وفي المدرسةِ وفي المصنعِ وفي المزرعةِ وفي كلِّ مكانٍ من حولِنا . حتى أنَّ العصرَ الذي نعيشُ فيه يُسمى أحياناً (عصرُ الكهرباء) ، تذكَّر المصباحَ الكهربائيَّ وتصوّرْ كيفَ يُمكنُ أن تكونَ الإنارةُ في البيتِ أو المدرسةِ أو الشارعِ بدونِهِ .

وتذكَّر المحركَ الكهربائيَّ واستعمالاتِهِ المهمةَ في الأجهزةِ المنزليةِ وفي المصانعِ . تذكَّرْ أيضاً البطاريةَ الكهربائيةَ التي لا بُدَّ منها في كلِّ سيارةٍ وطائرةٍ وقطارٍ ... تذكَّرْ جهازَ الأشعةِ في المستشفى وأهميتهُ لحياة المرضى مع كثيرٍ من الأجهزةِ الطبيةِ الأخرى التي لا تعمَلُ بدونِ الكهرباءِ .

وما رأيكَ في أجهزةِ التسجيلِ والراديو والتلفزيونِ والهاتفِ ؟. وما رأيك في الثلاجةِ الكهربائيةِ ومبرداتِ الهواءِ والمسخناتِ والمراوحِ الكهربائيةِ ومئاتِ الأجهزةِ الكهربائيةِ الأخرى التي نستخدمها في الحياة ؟. إنَّ فهْمَنا لهذهِ الأجهزةِ وطريقةِ عملها والمحافظةِ عليها هو الآخرُ يتطلَّبُ منا التعرفَ على مبادئِ الكهربائيةِ وتأثيراتِها وطرقِ الاستفادةِ منها . وهذا أيضاً ما سنحاولُهُ عزيزي القارئَ في هذا الكتابِ ومن خلالِ بعضِ الأجهزةِ الكهربائيةِ التي نعتقدُ بأنَّ باستطاعتكَ عملَها بنفسِك .

وما سوفَ نقدمُهُ لك في هذا الكتابِ ليس إلا البدايةَ في معرفتكَ عن الكهرباءِ وعليك بعدَ ذلكَ الاستمرارُ في الدراسةِ وفي إجراءِ المزيدِ من التجاربِ من كتبٍ أخرى ومن مصادرَ أخرى . فالمعرفةُ في أي فَرْعٍ من فروعِ العلومِ في تَوَسُّعٍ مُستمرٍ وهي لا تقفُ عندَ حدٍّ معينٍ أو عندَ كتابٍ معين .



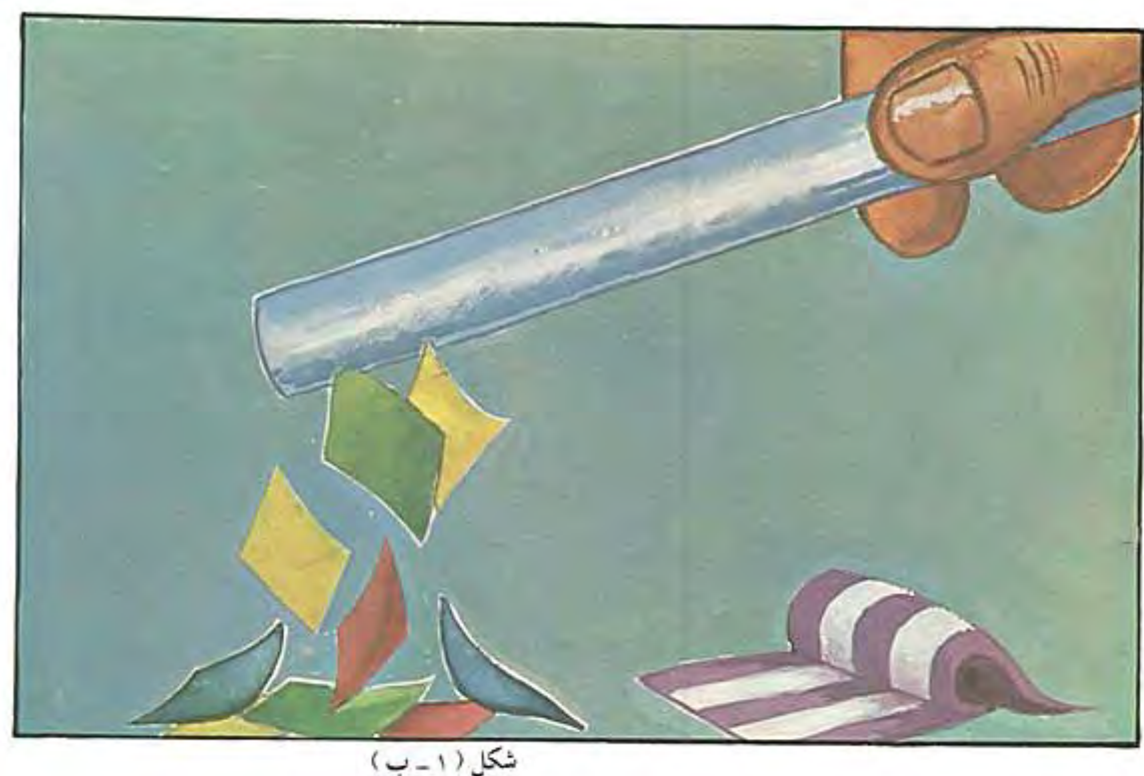
تجربة (١)
هل يُمكن الحصول على الكهربائيةِ بالاحتكاك ؟

أ ـ خُذْ قِطعةً من الورقِ الرقيقِ وقَطِّعْها إلى قُصاصاتٍ أو شرائطَ صغيرةٍ . ثم خُذْ مشطاً من اللدائنِ (البلاستك) وادْلكْهُ جيِّداً بقطعةٍ من القماشِ الصوفيِّ ثُم قَرِّبِ المشطَ المدلوكَ بسرعةٍ من قُصاصاتِ الورقِ ولاحِظْ ما يحدثُ . (شكل ١ ـ أ) هل ستقفزُ قصاصاتُ الورقِ باتجاهِ المشطِ وتلتصقُ به ؟ أم تبقى ملتصقةً بالمشط ؟ هل ستنفصلُ بعضُ القصاصاتِ وتندفعُ بشدةٍ مبتعدةً عن المشطِ ؟

ماذا يحدثُ لو قَرَّبْنا قطعةَ القماشِ الصوفيِّ من القصاصاتِ الورقيةِ ؟

ب ـ أعدِ التجربةَ السابقةَ باستعمالِ قضيبٍ زجاجيٍ (أو أنبوبةِ اختبارٍ زجاجيةٍ) وقطعةٍ من القماشِ الحريريِّ أدلك القضيبَ الزجاجيَّ

شكل (١ ـ أ)

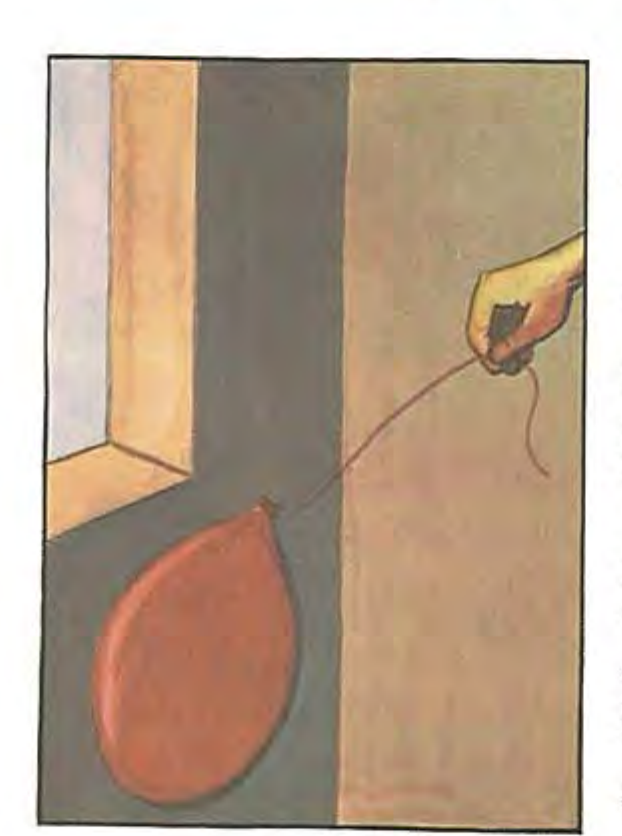


شكل (١ ـ ب)

بقطعةِ القماشِ الحريريِّ ثم قَرِّبْهُ بسرعةٍ من القصاصاتِ الورقيةِ ولاحظِ النتيجةَ .

ثُمَّ قَرِّبْ قِطعةَ القماشِ من القصاصاتِ ولاحظِ النتيجةَ أيضاً . (شكل ١ ـ ب)

جـ ـ خُذْ مِنطاداً صغيراً من المطاطِ وانفخْهُ بالهواءِ ثم قربْهُ من الجدارِ . (شكل ١ ـ جـ) هل يلتصقُ بالجدارِ ؟ أدلكِ الآنَ المنطادَ المنفوخَ بقطعةٍ من القماشِ الصوفيِّ ثم قربْهُ ثانيةً من الجدارِ . هل يلتصقُ الآنَ بالجدارِ ؟ هل نستنتجُ من هذهِ التجاربِ بأنَّ حكَّ بعضَ الأجسامِ مع بعضِها يمكنُ أن يؤديَ إلى توليدِ شحنةٍ كهربائيةٍ فيها ؟ وهل يَدُلُّ ذلكَ على أنَّ الأجسامَ المشحونةَ كهربائياً تُسلّطُ قوةَ جذبٍ على الأجسامِ الأُخرى غيرَ المشحونةِ ؟



شكل (١ ـ جـ)



ما هي الكهربائية ؟

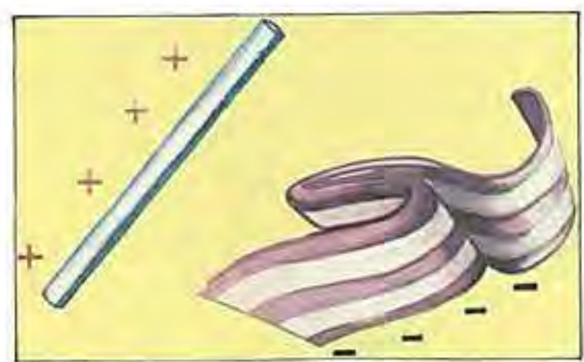
إن التجاربَ أ ـ ب ـ ج السابقةَ أظهرتْ لنا بأنّ بعضَ الأجسامِ مثْلَ المشطِ البلاستيكيّ والقضيبِ الزجاجيّ والمنطادِ المطاطيّ عند دَلْكِها بأجسامٍ أخرى مثل قطعةِ القماشِ الصوفيّ أو قطعةِ القماشِ الحريريّ تُصبحُ لديها القدرةُ على جَذْبِ الأجسامِ الخفيفةِ مثْلِ القصاصاتِ الورقيةِ . إنّ هذه الخاصيةَ كانت معروفةً للانسانِ منذُ أزمانٍ سحيقةٍ في القِدَمِ وكان الناسُ قد لاحظوها لأولِ مرةٍ على مادةِ الكَهْرَبِ حيثُ لاحظوا بأنّ قطعةً من مادةِ الكهربِ عند دَلْكِها بقطعةٍ من القماشِ الصوفيّ يصبحُ بمقدورِها جذبَ قِطَعِ القشِّ الخفيفةِ . ومن هنا جاءت تسميةُ هذهِ الخاصيةِ بالكهربائيةِ نسبةً إلى مادةِ الكهربِ . ولكنّ حقيقةَ الكهربائيةِ وحقيقةَ ما يجري عند دَلْكِ الكهربِ بالصوفِ أو عندَ دَلْكِ بقيةِ الموادِ مع بعضِها بقيتْ خافيةً على الإنسانِ إلى وقتٍ قريب .

ونحنُ نَعرفُ الآنَ أنّ جميعَ الموادِ تتكونُ من ذراتٍ ، وأنّ الذرةَ تحتوي في تركيبِها على دقائقَ متناهيةِ الصِغَرِ هي البروتوناتُ والألكتروناتُ . البروتونات تتجمعُ في نواةِ الذرّةِ وتَحْمِلُ شحنةً كهربائيةً أُطلِقَ عليها العلماءُ بالشحناتِ الموجبةِ ويُرْمَزُ لها بالرمزِ (+) أما الألكتروناتُ فهي تدورُ حولَ النواةِ وتحملُ شحنةً سالبةً ويُرمَزُ لها بالرمزِ (ـ) وبما أنّ عددَ البروتوناتِ والألكتروناتِ في الذرةِ اعتيادياً متساوٍ (أي شحنة البروتون تساوي شحنة الألكترون) فإنّ الذرةَ تكونُ اعتيادياً متعادلةً كهربائياً فلا تظهرُ عليها الشحنةُ الكهربائيةُ أما اذا فَقَدتِ الذرةُ بعضَ ألكتروناتِها فعندئذٍ يصبحُ عددُ البروتوناتِ في الذرةِ أكبرَ من عدد الألكتروناتِ وتصبحَ الذرةُ مشحونةً بشحنةٍ موجبةٍ وإذا اكتسبتِ الذرةُ ألكتروناتٍ اضافيةً فانّها تصبحُ مشحونةً بشحنةٍ كهربائيةٍ سالبةٍ وهذا ما يحدثُ بالضبطِ عندَ دَلْكِ بعضِ الأجسامِ مع بعضِها إذ تنتقلُ الألكتروناتُ من أحدِ الجسمينِ إلى الآخرِ فيصبحُ في أحدِهما زيادةٌ في الألكتروناتِ وتكونُ شحنَتُهُ الكهربائيةُ سالبةً . في حين يصبحُ في الآخرِ نقصٌ في الألكتروناتِ فتكون شحنَتُهُ موجبةً .

ويُمكنُ الآنَ على هذا الاساسِ تفسيرُ التجاربِ السابقةِ حيثُ خلالَ دَلْكِ المشطِ بقطعةِ الصوفِ تنتقلُ كميةٌ من الألكتروناتِ من قطعةِ الصوفِ إلى المشطِ ويصبحُ المشطُ مشحوناً بشحنةٍ سالبةٍ في



شكل (٢)



شكل (٣)

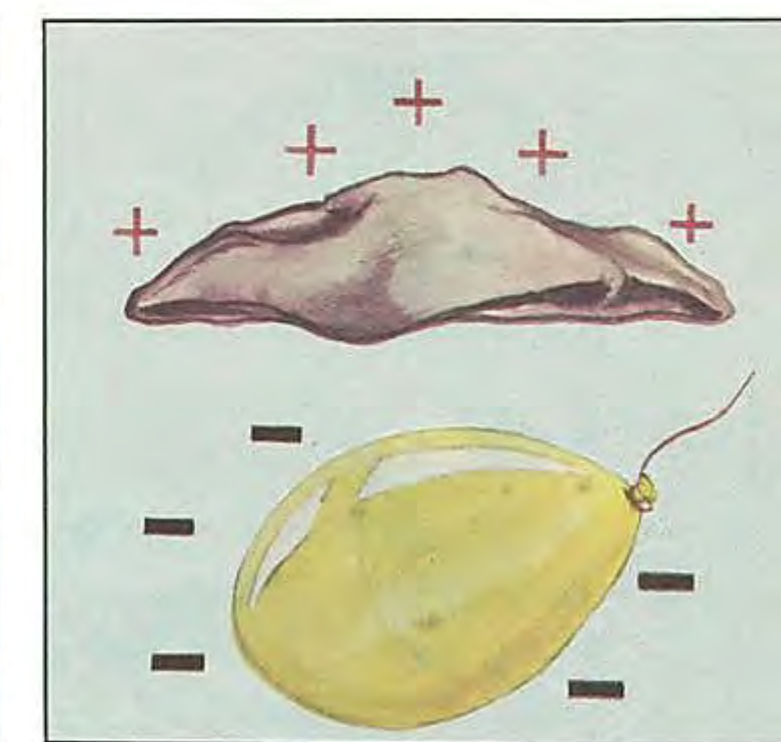
حين ينقصُ عددُ الألكتروناتِ في قطعةِ الصوفِ فتصبحُ شحنتُها موجبةً .

أما عند دلكِ القضيبِ الزجاجيّ بقطعةِ القماشِ الحريريّ فإن الألكتروناتِ تنتقلُ من الزجاجِ إلى الحريرِ وبذلكَ يُصبحُ القضيبُ الزجاجيُّ مشحوناً بشحنةٍ كهربائيةٍ موجبةٍ في حين تُصبحُ قطعةُ القماشِ الحريريّ مشحونةً بشحنةٍ كهربائيةٍ سالبةٍ . أما المنطادُ المطاطيُّ فإنه يكتسبُ الشحنةَ السالبةَ عند دَلْكِهِ بالصوفِ . (الاشكال ٢ ـ ٣ ـ ٤) .

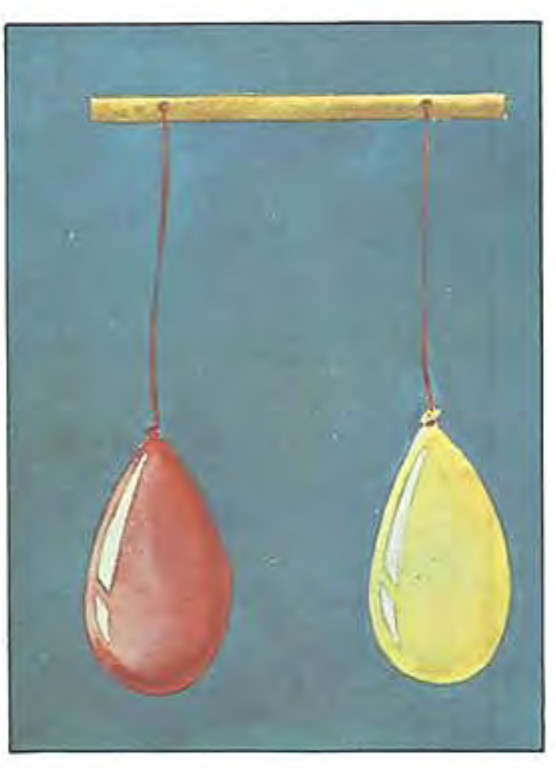
ويَجْدُرُ بالذِكْرِ أنّ الكهربائيةَ المتولدةَ بهذه الطريقةِ هي كهربائيةٌ ساكنةٌ غيرُ متحركةٍ ولذلكَ يُطْلَقُ عليها ـ الكهربائيةُ المستقرةُ ـ وسوفَ يتضحُ لنا فيما بعد أنّ الكهربائيةَ يمكنُ أن تكونَ في حالةِ حركةٍ أيضاً ويُطلقُ عليها حينئذٍ ـ الكهربائيةُ المتحركةُ ـ أو التيارُ الكهربائيُ .

حاولِ الآنَ اختبارَ كلّ ما تستطيعُ الحصولَ عليه من موادٍ يُمكنُ دَلْكُها مع بعضِها وتأكدْ في أيةِ حالاتٍ يُمكنُكَ الحصولُ منها على كهربائيةٍ مستقرةٍ .

تنبيه ـ لاحِظْ بأنّ تجاربَ الكهربائيةِ المستقرةِ تكونُ أسهلَ ونجاحُها أضمنَ عندما يكونُ الجو جافاً أي تكونُ نسبةُ الرطوبةِ في الهواءِ قليلةً لأنّ زيادةَ الرطوبةِ في الهواءِ تجعلُهُ مُوصِلاً للكهرباءِ وبذلك تتسربُ الشحناتُ المتولدةُ إلى الهواءِ .



شكل (٤)

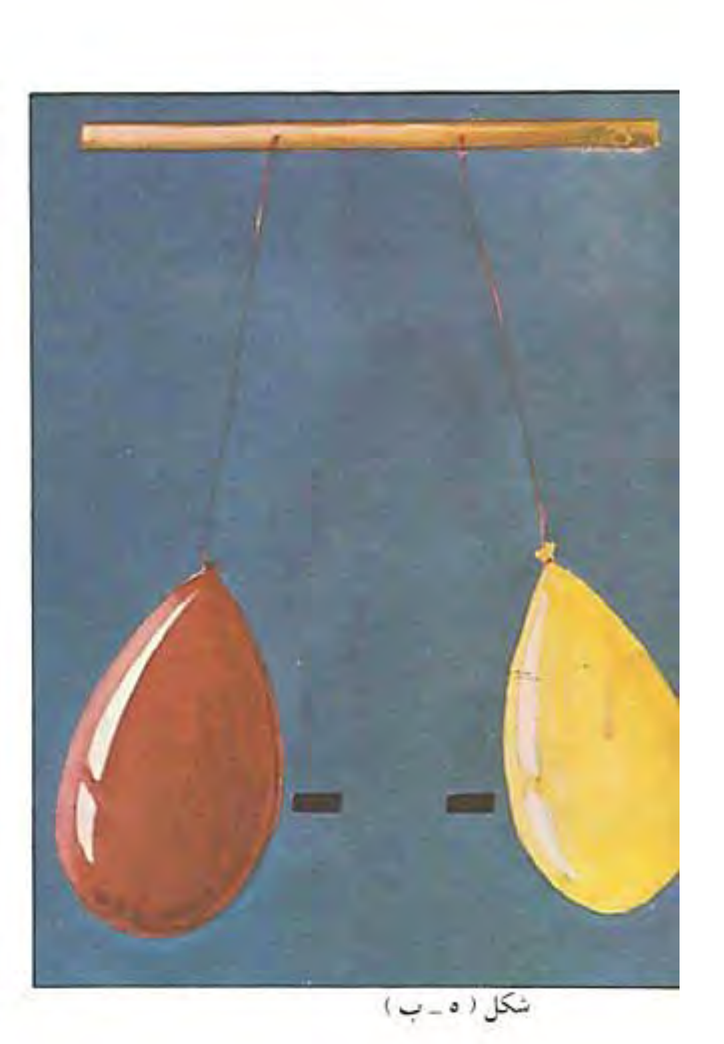


شكل (٥ ـ أ)

تجربة (٢)
الأجسامُ المشحونةُ بالكهربائيةِ متى تتجاذبُ ومتى تتنافرُ ؟

خُذْ منطادين صغيرين من المطاطِ وانفخْهما بالهواءِ . وعلقْهما بخيطين متساويين طولُ كلٍّ منهما حوالي ٥٠ سم بحيثُ يكونُ البعدُ بين المنطادين حوالي ١٠ سم . (شكل ٥ ـ أ) هل يحدثُ بينهما تجاذبٌ أو تنافرٌ ؟

والآنَ ادلِكْ كُلاً من المنطادين بقطعةٍ من القماشِ الصوفيّ ، ولاحظْ ما يحدثُ بينهما الآنَ . (شكل ٥ ـ ب) هل يتنافرانِ ؟ تذكرْ أنّ كُلاً من المنطادينِ سوفَ تكونُ فيه شحنةٌ سالبةٌ عندَ دلْكِهِ بالصوفِ .



شكل (٥ ـ ب)

شكل (٥ ـ ج)

فهل يَدُلُّ ذلكَ على أنَّ الأجسامَ المشحونةَ بنفسِ الشحنةِ تتنافرُ مع بعضها ؟

امسحِ المنطادينِ الآنَ باليدِ مَسْحاً جيِّداً لكي تتسربَ منها الشحنةُ الكهربائيةُ ثم ادلِكْ أحدَهُما بقطعةِ الصوفِ وادْلِكِ المنطادَ الآخرَ بقطعةٍ من البلاستيك . ولاحظْ ما يحدثُ بينهما الآنَ ؛ (شكل ٥ ـ ج) هل يتجاذبانِ ؟ تذكرْ أنّ دَلْكَ المنطادِ الأولِ بقطعةِ الصوفِ قد أكسبَهُ شحنةً كهربائيةً سالبةً في حين أنّ دَلْكَ المنطادِ الثاني بقطعةِ البلاستيك قد أكسبَهُ شحنةً موجبةً .

فهل يَدُلُّ ذلكَ على أنّ الأجسامَ المشحونةَ بشحنةٍ كهربائيةٍ مختلفةٍ ـ احداهما موجبُ الشحنةِ والأخرى سالبُ الشحنة ـ تكونُ القوةُ بينهما قوةَ تجاذبٍ أي أنهما يتجاذبانِ معَ بعضِهما . حاولْ إجراءَ تجاربَ أخرى للتأكّدِ من طبيعةِ التجاذبِ والتنافرِ بينَ الأجسامِ المشحونةِ .

تجربة (٣)
لعبة القصاصات الورقية المتراقصة

خُذْ إناءً معدنياً عُمقُهُ حوالي ٣ سم - يمكنُ لهذا الغرضِ استعمالُ أحدِ أواني الالمنيوم المتوفرةِ في المنزلِ - ثم ضَعْ داخلَ الإناءِ كميةً من القطعِ الورقيةِ الخفيفةِ مقصوصةً على أشكالِ الانسان والحيوانِ بحيثُ يكونُ طولُها أقلَّ قليلاً من عُمْقِ الإناءِ أي أقلَّ من ٣ سم . (شكل ٦) ثم ضَعْ فوقَ فوهةِ الإناءِ لوحاً زجاجياً وادلك اللوحَ الزجاجيَّ جيداً بقطعةٍ من القماشِ الحريري . ولاحظْ ما يَحْدُثُ للقصاصاتِ الورقيةِ . هل بدأتِ القصاصاتُ تتراقصُ داخلَ الإناء ؟

تَذَكرْ أنَّ دَلْكَ اللوحِ الزجاجيِّ بقطعةِ الحريرِ أكسبَهُ شحنةً كهربائيةً وهي موجبةٌ وأنَّ اللوحَ المشحونَ سوفَ يجذبُ إليه قطعَ الورقِ الخفيفةِ الموجودة في الإناءِ .

وعندما تُلامِسُ القطعُ الورقيةُ اللوحَ الزجاجيَّ تكتسبُ شحنتَهُ فتصبحُ هي نفسها مشحونةً بالشحنةِ الموجبةِ أيضاً .

تَذَكرِ الآن أنَّ الأجسامَ المشحونةَ بنفسِ الشحنةِ تتنافرُ مع بعضها وهذا يُفسِّرُ انفصالَ القطعِ الورقيةِ الملتصقةِ باللوحِ الزجاجي . وعندما تسقطُ القطعُ الورقيةُ على قَعْرِ الإناءِ المعدنيِّ تتسربُ شحنتُها إلى الإناءِ فتصبحُ متعادلةً وبذلك يجذبُها اللوحُ الزجاجيُّ من جديدٍ . وهكذا تستمرُ العمليةُ وتصبحُ القصاصاتُ الورقيةُ في حالةِ تَراقُصٍ مُستمرٍ . إنها لعبةٌ جميلةٌ يُمكنُكَ إجراؤها أمامَ أصدقائِكَ ومناقشتَهم في تفسيرِ نتائِجها .



شكل (٦)

تجربة (٤)

كيفَ يمكنُكَ تعيينُ نوعِ الشحنةِ الكهربائيةِ ؟

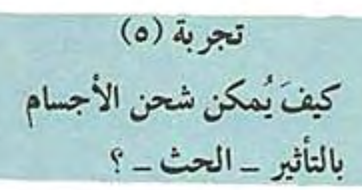
إذا كانَ لديكَ جسمٌ مشحونٌ بشحنةٍ كهربائيةٍ لا تَعرفُ هل هي شحنةٌ كهربائيةٌ موجبةٌ أو سالبةٌ فإنَّ أسهلَ طريقةٍ لمعرفةِ نوعِ هذه الشحنةِ هي تقريبُهُ من أجسامٍ مشحونةٍ بشحنةٍ معلومةٍ بحيثُ يحْصُلُ معها تنافُرٌ وعندئذٍ تكونُ شحنةُ الجسمِ مماثلةً لشحنةِ هذهِ الأجسامِ فمثلاً إذا قُرِّبَ الجسمُ المشحونُ من منطادٍ معلقٍ ومدلوكٍ بالصوفِ وحصلَ بينهما تنافرٌ (شكل ٦ ـ أ) فالجسمُ المجهولُ الشحنةِ تكونُ شحنتُهُ سالبةً لأننا نعلمُ بأنَّ المنطادَ المدلوكَ بالصوفِ تكونُ شحنتُهُ سالبةً . ونعرفُ أيضاً أنَّ التنافرَ يعني أنّ شحنةَ الجسمين متماثلةٌ .

أما إذا كانَ المنطادُ مدلوكاً بالبلاستيك وحصلَ التنافرُ أيضاً فشحنةُ الجسمِ تكونُ موجبةً . (شكل ٦ ـ ب) لماذا ؟

وإذا تذكرْنا أنَّ الأجسامَ المشحونةَ لها القدرةُ على جَذْبِ الأجسامِ الخفيفةِ غيرِ المشحونةِ فإنَّ التجاذُبَ لا يمكنُ الاعتمادُ عليه في تعيينِ نَوعِ الشُحنةِ لجسمٍ مشحونٍ . ولذلكَ اعتمدنا على مبدأِ التنافرِ لهذا الغرضِ وليس على مبدأِ التجاذُبِ .

شكل (٦ ـ أ)

شكل (٦ ـ ب)

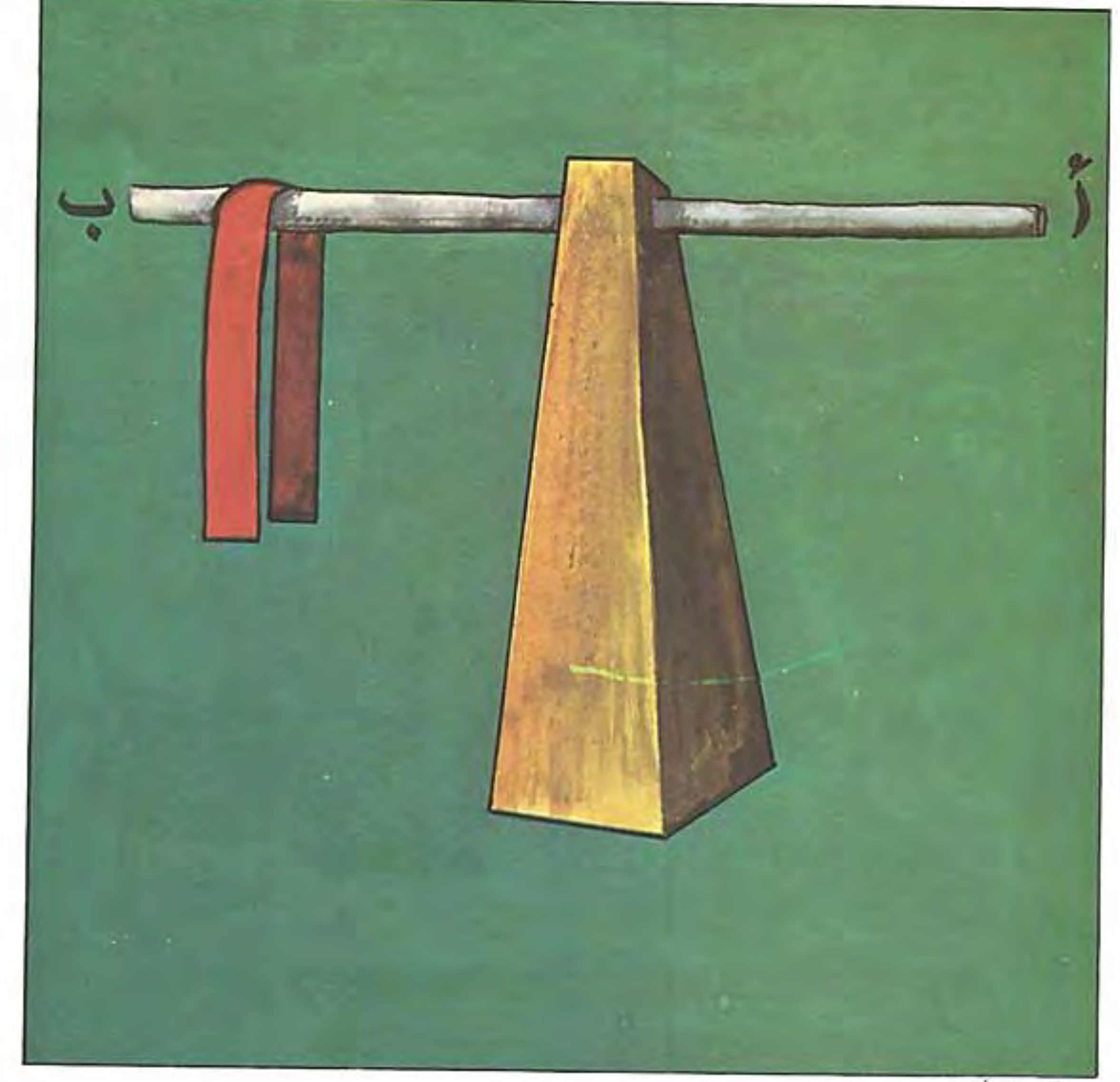


تجربة (٥)

كيفَ يُمكن شحن الأجسام بالتأثير ـ الحث ـ ؟



خُذ قضيباً معدنياً طولُهُ حوالي ١٥ سم وثَبِّتهُ في وضعٍ أفقي بواسطةِ ماسكٍ عازلٍ للكهربائيةِ مصنوعٍ من الخشبِ أو أي مادةٍ عازلةٍ أخرى . وقُصّ شريطاً من الورقِ طولُهُ حوالي ٢٠ سم وعَلّقِ الشريطَ فوقَ أحَدِ طَرَفي القضيبِ المعدني على صورة حرف ـ ٨ ـ . (شكل ٧ ـ أ) وخُذْ قضيباً زجاجياً وادلِكْهُ دَلْكاً جيّداً بقطعةٍ من الحريرِ . ثم قَرِّبِ القضيبَ الزجاجيّ من



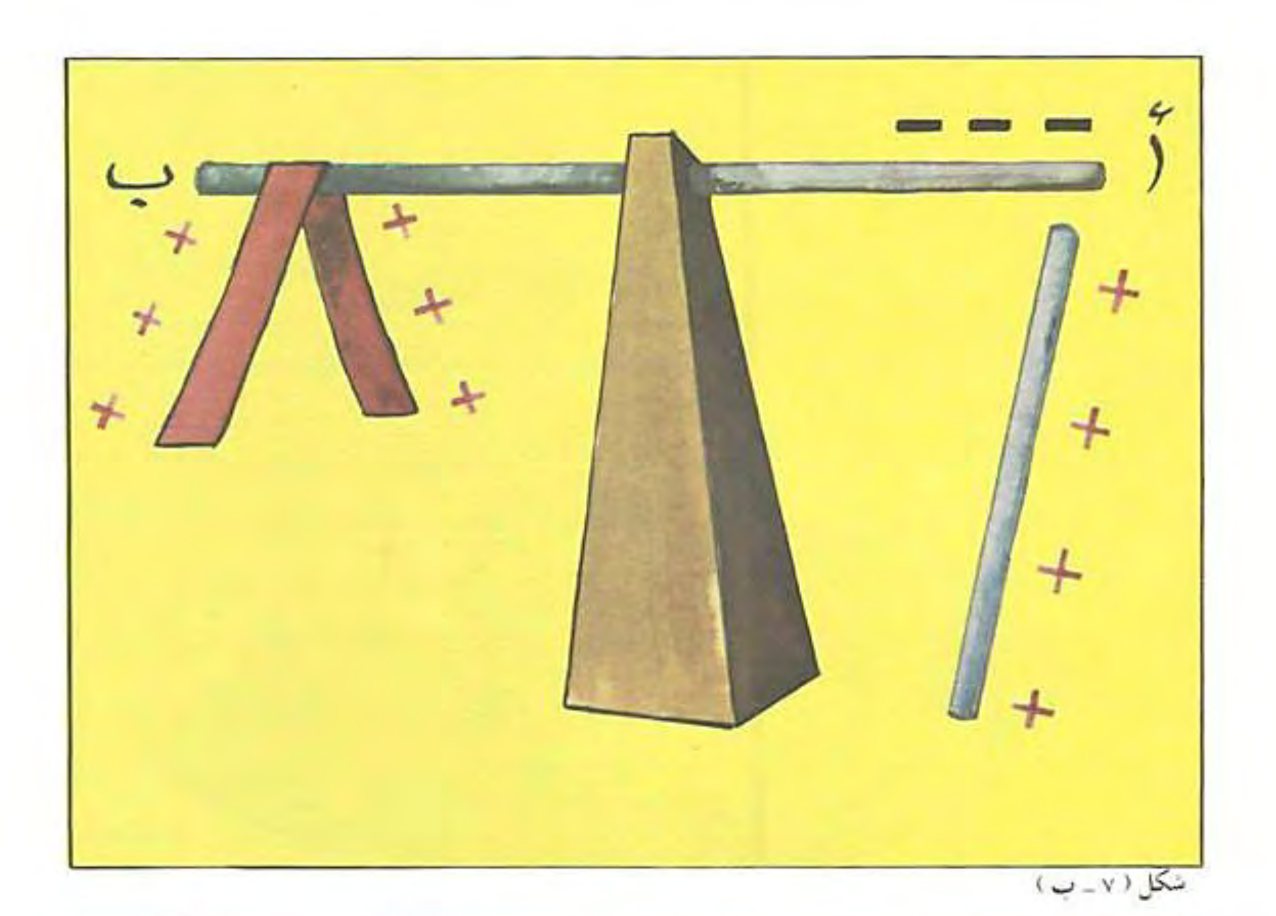
شكل (٧ ـ أ)

الطَّرَفِ الآخرِ للقضيبِ المعدنيِّ دونَ أن يلمسَهُ . (شكل ٧ ـ ب) ماذا تلاحظُ ؟ هل سيتنافرُ طَرَفا الشريطِ الورقيِّ ؟ أبْعِدِ القضيبَ الزجاجيَّ . ولاحظْ ما يحدثُ . هل يعودُ الشريطُ الورقي إلى وضعِهِ الأولِ ؟ كرِّرْ ذلكَ عدةَ مراتٍ وحاولْ تفسيرَ النتيجةِ . (شكل ٧ ـ ج) تذكَّرْ أنَّ القضيبَ الزجاجيَّ عند دَلْكِهِ بالحريرِ قد أصبحَ مشحوناً بشحنةٍ كهربائيةٍ موجبةٍ وعندَ تقريبِهِ من الطَّرَفِ ـ أ ـ للقضيبِ المعدني سوفَ تتحركُ كميةٌ من الالكتروناتِ من الطَّرَفِ ـ ب ـ للقضيبِ المعدني منجذبةً إلى الطَّرَف ـ أ ـ منه فيصبحُ الطرفُ ـ ب ـ مشحوناً بالشحنةِ الموجبةِ والطَّرَفُ ـ أ ـ مشحوناً بالشحنةِ السالبةِ . إنَّ الشريطَ الورقيَّ لاتصالِهِ بالطَّرَفِ ـ ب ـ سوفَ تُصبِحُ شحنتُهُ موجبةً أيضاً وبذلكَ يتنافرُ طَرَفا هذا الشريطِ ، لماذا ؟

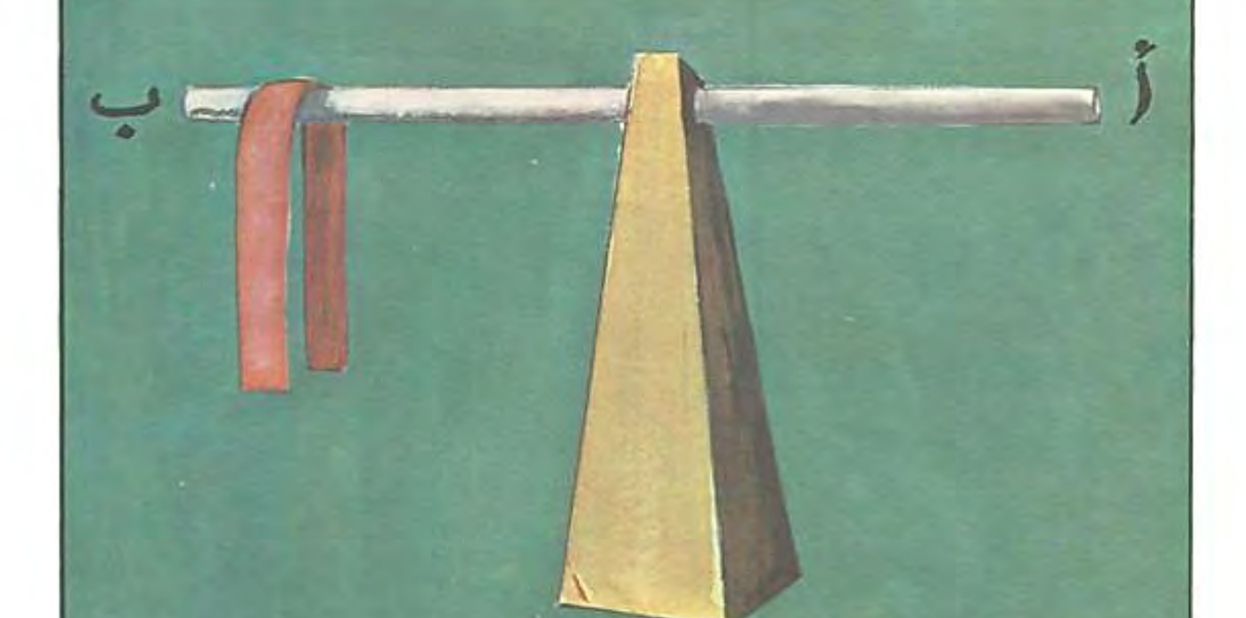
وعند إبعـادِ القضيبِ الزجاجي تعـودُ الألكتروناتُ إلى مواضِعِها الأصليةِ وبذلك يعودُ القضيبُ المعدنيَّ إلى حالةِ التعادُلِ من جديدٍ . إنَّ توليدَ الكهربائيةِ المستقرةِ بهذهِ الطريقةِ تُسمى طريقةَ الشَّحْنِ بالتأثيرِ أو بالحثِّ .

هل باستطاعتِكَ الآنَ تفسير سببِ انجذابِ القصاصاتِ الورقيةِ الخفيفةِ إلى الأجسامِ المشحونةِ بالكهربائيةِ ؟

هل تعتقدُ بأنَّ وجودَ القصاصاتِ الورقيةِ بالقُرْبِ من الجسمِ المشحونِ سوفَ يجعلُها تكتسبُ شحنةً كهربائيةً بالتأثيرِ ؟ ما نوعُ الشحنةِ التي تتكونُ في الطَّرَفِ القريبِ من القُصاصةِ ؟ هل هي شحنةٌ مخالفةٌ لشحنةِ الجسمِ المشحونِ ؟ ما نوعُ القوةِ التي سوفَ تظهرُ بين الجسمِ المشحونِ والقصاصةِ الورقيةِ ؟ هل هي قوةُ تجاذُبٍ ؟ لماذا ؟



شكل (٧ ـ ب)



شكل (٧ ـ ج)

البَرق وَالرَعد والصَواعق كيف وَلماذا؟

وعلى ضوءِ ما تعلمناه من التجاربِ السابقةِ نستطيعُ الآنَ مناقشةَ ظاهرةِ البرقِ والرعدِ ومعرفة بعضِ الأمورِ المتعلقةِ بها وكذلك ما يتعلّقُ بظاهرةِ الصواعقِ أيضاً . فظاهرةُ البرقِ هي مثالٌ واحدٌ في الطبيعةِ لموضوعِ الكهربائيةِ المستقرةِ ومن خلالِ الزوابعِ الرعديةِ وبسببِ اصطدامِ التياراتِ الهوائيةِ السريعةِ بدقائقِ المطرِ المتكونةِ في الغيومِ تتولّدُ شحناتٌ كهربائيةٌ كبيرةٌ في الغيومِ بحيثُ يصبحُ أحدُ أطرافِ الغيمةِ مشحوناً بشحنةٍ كهربائيةٍ موجبةٍ والطرفُ الآخرُ مشحوناً بشحنةٍ سالبةٍ ويحدثُ عندئذٍ تفريغٌ كهربائيٌ أي شرارةٌ كهربائيةٌ بين طَرَفَي الغيمةِ أو من غيمةٍ إلى أخرى . وهذا التفريغُ الكهربائيُ يأخذُ طريقاً مُتعرِّجاً في الهواءِ لأنه يتّبعُ أسهلَ طريقٍ وليسَ أقصرَ طريقٍ وهذا يُعطي لظاهرةِ البرق شكلَها المتعرجَ وهو بسببِ انبعاثَ ضوءٍ من ذراتِ الهواءِ وهذا الضوءُ نُسميه البرق كما أنَّ الحرارةَ المفاجئةَ الكبيرةَ تُؤدي إلى سخونةِ الهواءِ وتمدّدِهِ بصورةٍ سريعةٍ ومفاجئةٍ مما يُؤدي إلى حدوثِ الدويّ الشديدِ الذي نسميه الرعد .

أما الصاعقةُ فتحدثُ عندما يحصلُ التفريغُ الكهربائيُ بين الغيمةِ والأرضِ . وتؤدي الشحنةُ الكهربائيةُ في الغيمةِ ـ في الطَرَفِ الأسفلِ منها ـ إلى شَحْنِ الأرضِ والأبنيةِ والأشجارِ بشحنةٍ مخالفةٍ بطريقةِ التأثيرِ ـ أي الحَثّ ـ وفي البلدانِ التي تكثُرُ فيها الصواعقُ تُستعمَلُ مانعاتُ الصواعقِ وأحدُ أشكالِها يتكوّنُ من قطعةٍ معدنيةٍ مدببةٍ تُوضَعُ في أعلى البنايةِ وتتصلُ بالأرضِ بسلكٍ موصِلٍ جيدٍ . وتسري الكهربائيةُ من مانعةِ الصواعقِ إلى الهواءِ المُلامِسِ لها ثم إلى الغيمةِ بصورةٍ تدريجيةٍ لمعادلةِ شحنتِها وبالتالي منع سقوطِ الصاعقة .

ومن الطريفِ أنَّ العلماء توصلوا إلى معرفةِ الخصائصِ الكهربائيةِ للغيومِ وبالتالي معرفةِ سببِ حدوثِ البرقِ والرعدِ والصواعقِ بإجراء تجاربَ استُعمِلتْ فيها الطائراتُ الورقيةُ من النوعِ الذي يستخدمُهُ الأطفالُ في ألعابِهِمْ ولكنَّ العلماء كانوا يُطلقونَها في الأجواءِ العاصفةِ ويستعملونَ في اطلاقِها خيوطاً من أسلاكٍ رفيعةٍ موصلةٍ للكهربائيةِ . وخلالَ التجربةِ تكتسبُ الطائرةُ كهربائيةً مستقرَّةً من الغيومِ وتسري هذه الشحنةُ خلالَ السِلْكِ المُوصِلِ إلى الطَرَفِ الأسفلِ منه . وبذلك



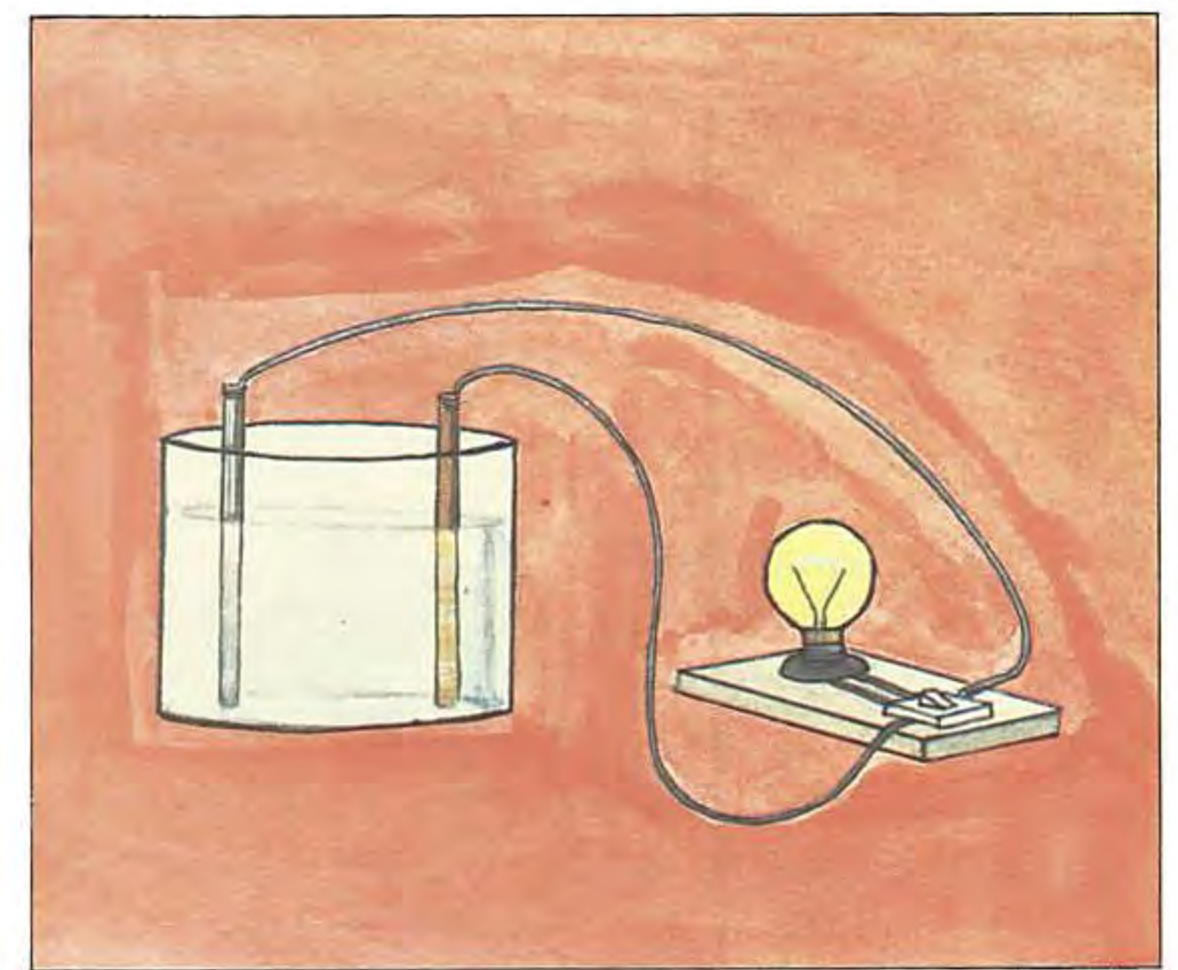
عرفَ العلماءُ بأنَّ الغيومَ يمكنُ أن تَحملَ شحناتٍ كهربائيةً . ويجبُ ألا تحاول أنتَ تكرارَ مِثْل هذهِ التجاربِ لأنَّ الشحنةَ الكهربائيةَ التي ينقُلها السِلْكُ يمكنُ أن تكونَ قويةً إلى درجةِ الخطرِ على حياتكَ وفعلاً فَقَدَ أحدُ العلماءِ حياتَهُ بسببِ تجربةٍ من هذا النوعِ . وبهذهِ المناسبةِ تَجنّبْ أيضاً اطلاقَ الطائراتِ الورقيةِ بالقُرْبِ من الأسلاكِ الكهربائيةِ في المنطقةِ خاصةً عندما يكونُ الجو رطباً لأنَّ خيطَ اطلاقِ الطائرةِ حتى إذا كانَ من مادةٍ عازلةٍ للكهربائيةِ فإنَّ الرطوبةَ يمكنُ أنْ تجعلَهُ مُوصِلاً فإذا لَمَسَ الخيطُ أو الطائرةُ أسلاكَ الكهرباءِ فإنَّ الكهربائيةَ سوفَ تسري خلالَ الخيطِ إلى جسمِكَ .

والآنَ إذا كانَ البرقُ والرعدُ يَحدثانِ في وقتٍ واحدٍ فلماذا يتخلَّفُ صوتُ الرعدِ عن رؤيةِ البرقِ ؟ وإذا حَسَبْتَ الفترةَ الزمنيةَ بينَ رؤيةِ البرقِ وسماعِ الرعدِ فهل بإمكانك حِساب بُعْدِ الغيمةِ التي حدثَ فيها البرقُ ؟ تَذَكَّرْ أنَّ سرعةَ الضوءِ كبيرةٌ جداً ولذلك يمكُنكَ إهمالُ الزمنِ الذي يستغرقُهُ ضوءُ البرقِ للوصولِ إليكَ . وتذكرْ أنَّ سرعةَ الصوتِ هي حوالي ٣٤٠ متراً في الثانية .

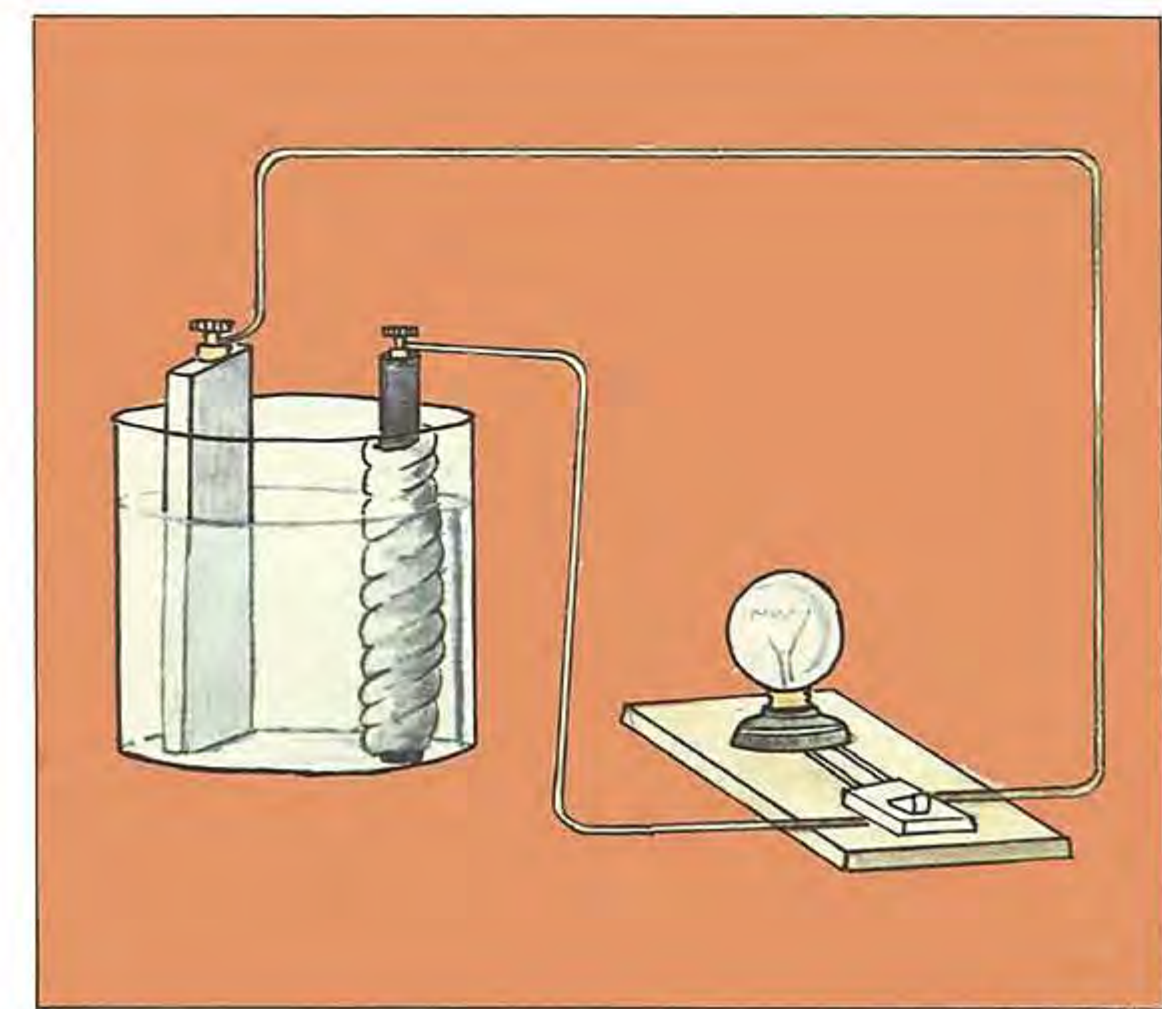


تجربة (٦)
كيفَ يمكنُكَ عملُ عمودٍ كهربائي ـ خلية كهربائية ـ ؟

أ ـ يمكنُكَ عمل مصدرٍ للتيارِ الكهربائي باستعمالِ شريطين أحدهُما من النحاسِ والآخرُ من الخارصينِ ووضعهُما في قدحٍ زجاجي يحتوي على محلولِ حامضِ الكبريتيك المُخَفَّفِ . (شكل ٨ ـ أ) وللتأكُدِ من مرورِ التيارِ الكهربائي استعملْ مِصباحاً صغيراً من النوعِ المُستعمل في المصابيحِ اليدويةِ وصِلْهُ بقُطبي العمودِ الكهربائي بواسطةِ سلكينِ من النحاسِ واستعملْ مفتاحاً كهربائياً لغَلْقِ وفتْحِ الدائرةِ الكهربائيةِ . إنَّ التفاعلاتِ الكيمياويةَ التي تحدثُ بينَ الخارصينِ والحامضِ المخففِ تجعلُ شريطَ الخارصينِ قطباً سالباً وشريطَ النحاسِ قطباً موجباً وعندما تكونُ الدائرةُ الكهربائيةُ مغلقةً ـ أي مُوصِلةً ـ يمرُّ فيها تيارٌ كهربائيٌ .



شكل (٨ ـ أ)



شكل (٨ ـ ب)

ب ـ يمكنُكَ أيضاً عملُ عمودٍ كهربائيٍّ أفضل باستعمالِ قطبينِ أحدُهُما من الكاربونِ والآخرُ من الخارصين ومحلولِ كلوريد الامونيوم ومسحوقِ برمنكنات البوتاسيوم . وقطعةٍ من القماش . رُشَّ حوالي ٣٠ غم من مسحوقِ برمنكباتِ البوتاسيوم فوقَ قطعةِ القماشِ ولُفَّها حولَ قطبِ الكاربون وثَبِّتْها بواسطةِ سلكٍ أو خيطٍ مطاطي . ضَعْ قطبَ الكاربونِ الملفوفِ وقطبَ الخارصين في وعاءٍ زجاجيٍّ يحتوي على محلولِ كلوريـدِ الأمونيوم . وبسببِ التفاعلاتِ الكيمياويةِ يُصبحُ قطبُ الخارصينِ قطباً سالباً وقطبُ الكاربونِ قطباً موجباً . (شكل ٨ ـ ب) .

إنَّ هذا العمودَ الكهربائيَّ يمكنُ الحصولُ عليه جاهزاً من الأسواقِ ويُطلقُ عليه ـ العمودُ الكهربائيُّ الجافُّ ـ وهو يتميَّزُ عن العمودِ الكهربائيِّ البسيطِ المشروحَ في الفقرة ـ أ ـ من هذه التجربة بكونه يُعطي تياراً كهربائياً مُنتَظَماً ومُستمِراً لفترةٍ طويلةٍ نسبياً . ويُمكِنُ الاعتمادُ عليه في كافةِ التجاربِ اللاحقةِ من هذا الكتابِ .

تنبيهٌ وتحذيرٌ

في جميعِ التجاربِ الخاصةِ بالتيارِ الكهربائي الواردةِ في هذا الكتابِ يمكنُكَ استعمالُ الأعمدةِ الكهربائيةِ المشروحةِ في التجربة ـ ٦ ـ كمصدرٍ للتيارِ الكهربائي في الدائرةِ الكهربائيةِ . ولا توجدُ أيةُ حاجةٍ لاستعمالِ الشبكةِ الكهربائيةِ في المنزل أو في المدرسة . حيثُ أنَّ الجهدَ الكهربائيَّ في الشبكةِ الكهربائيةِ الرئيسة هو جهدٌ عالٍ نسبياً ويُشكِّلُ خطورةً في الاستعمالِ وخاصةً للمبتدئينَ . وحتى بالنسبةِ لغيرِ المبتدئينَ فإنَّ عليهم اتخاذَ احتياطاتٍ ضروريةٍ عندَ استعمالِ هذا المصدرَ ، منها أنْ تكونَ أسلاكُ التوصيلِ معزولةً عزْلاً جيّداً . ومنها أيضاً عدمُ لَمْسِ الأجزاءِ المعدنيةِ المكشوفةِ في داخلَ الجهازَ عندما يكونُ مُوصلاً بالكهرباءِ .



ماهو التيار الكهربائي؟ وماهي الدائرة الكهربائية؟

في التجربة ـ ٦ ـ دائرةٌ كهربائيةٌ بسيطةٌ تتكونُ من الأجزاءِ الآتية : ـ

١ ـ مصدرٍ لتجهيزِ التيارِ الكهربائي وهو في هذه الحالة العمودُ الكهربائي .

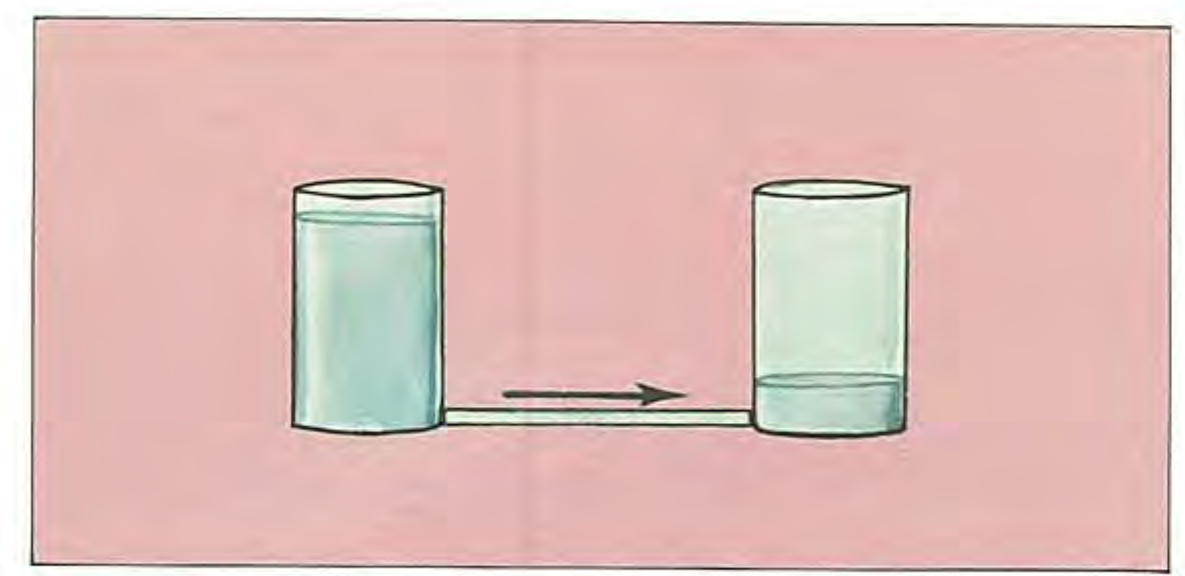
٢ ـ مقاومةٍ كهربائيةٍ وفي هذه الحالة المصباحُ الكهربائي .

٣ ـ مفتاحٍ كهربائي لغلقِ الدائرِ الكهربائيةِ أو فتحِها .

٤ ـ أسلاكِ توصيلٍ لربطِ أجزاءِ الدائرةِ الكهربائيةِ مع بعضِها .

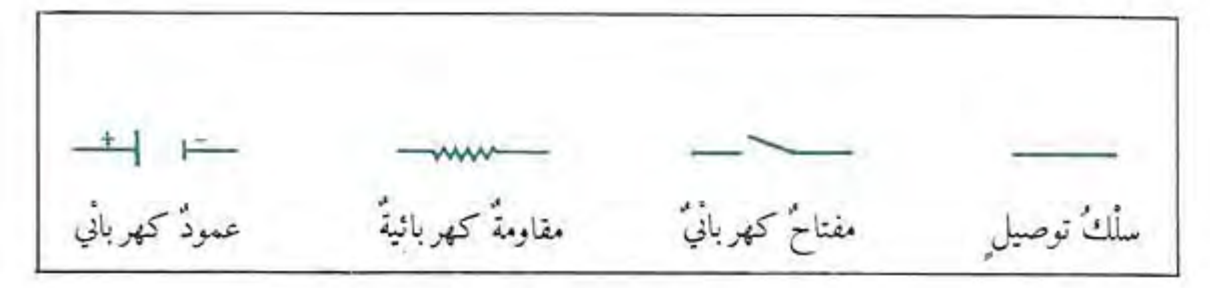
وتبدأ الدائرةُ الكهربائيةُ من أحَدِ قُطبي المصدرِ الكهربائي وتَمرُّ في المقاومةِ الكهربائيةِ ثم تنتهي بالقطبِ الآخرِ للمصدرِ الكهربائي .

ويُمكِنُ وضعُ المفتاحِ الكهربائي في أي جُزءٍ منها . وعندما يُغلقُ المفتاحُ الكهربائي وتكون كافةُ التوصيلاتِ الكهربائيةِ جيدةً فإنَّ تياراً كهربائياً يسري في الدائرةِ الكهربائيةِ على شكْلِ سَيْلٍ من الالكتروناتِ يكونُ اتجاهُ حركتِها من القطب السالبِ إلى القطبِ الموجبِ للمصدرِ الكهربائي . وتُقاسُ شدةُ التيارِ الكهربائي بوحدةٍ تُسمى أمبير أو أجزاء الأمبير . ونعتمدُ شدَّ التيارِ على عدةِ عواملَ في مقدمتِها الضغطُ الكهربائيُّ للمصدرِ الكهربائي الذي يُسمى أيضا ـ الجُهدُ الكهربائي للمصدرِ ـ ويُقَدَّرُ الجُهدُ الكهربائي للمصدرِ بوحدةٍ تسمى ـ فولت ـ أو أجزاء الفولت ويمكن مقارنةُ التيارِ الكهربائي بتيارِ الماءِ ، فشدةُ تيارِ الماءِ تعتمدُ على ضغطِ الماءِ . فالماءُ يمرُّ من منطقةِ الضغطِ العالي إلى منطقةِ الضغطِ الواطئ وشدة تيارِ الماءِ تزدادُ كلما زادَ فَرْقُ الضغطِ في الجبهتين . (شكل ٩) .



شكل (٩)

ويُرْمَزُ أحياناً لأجزاءِ الدائرةِ برُموزٍ خاصةٍ مما يُسهّلُ رسمَ شكلٍ تخطيطيٍ للدائرةِ الكهربائيةِ وهذه بعضُ الرموزِ : ـ

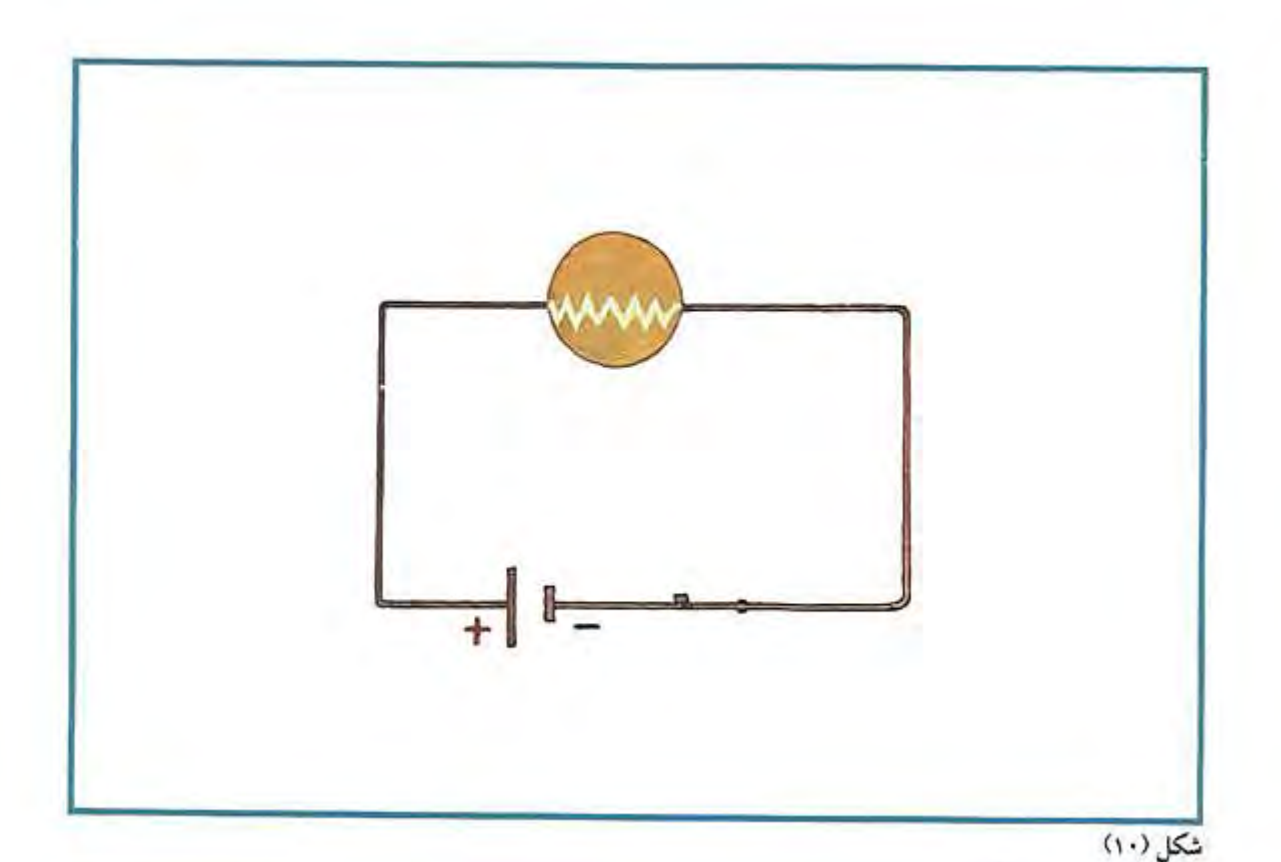


وبذلكَ يُمكِنُ تمثيلُ الدائرةِ الكهربائيةِ البسيطةِ السابقةِ بشكلٍ تخطيطيٍ وكما يأتي : ـ (الشكلان ١٠ و ١١)

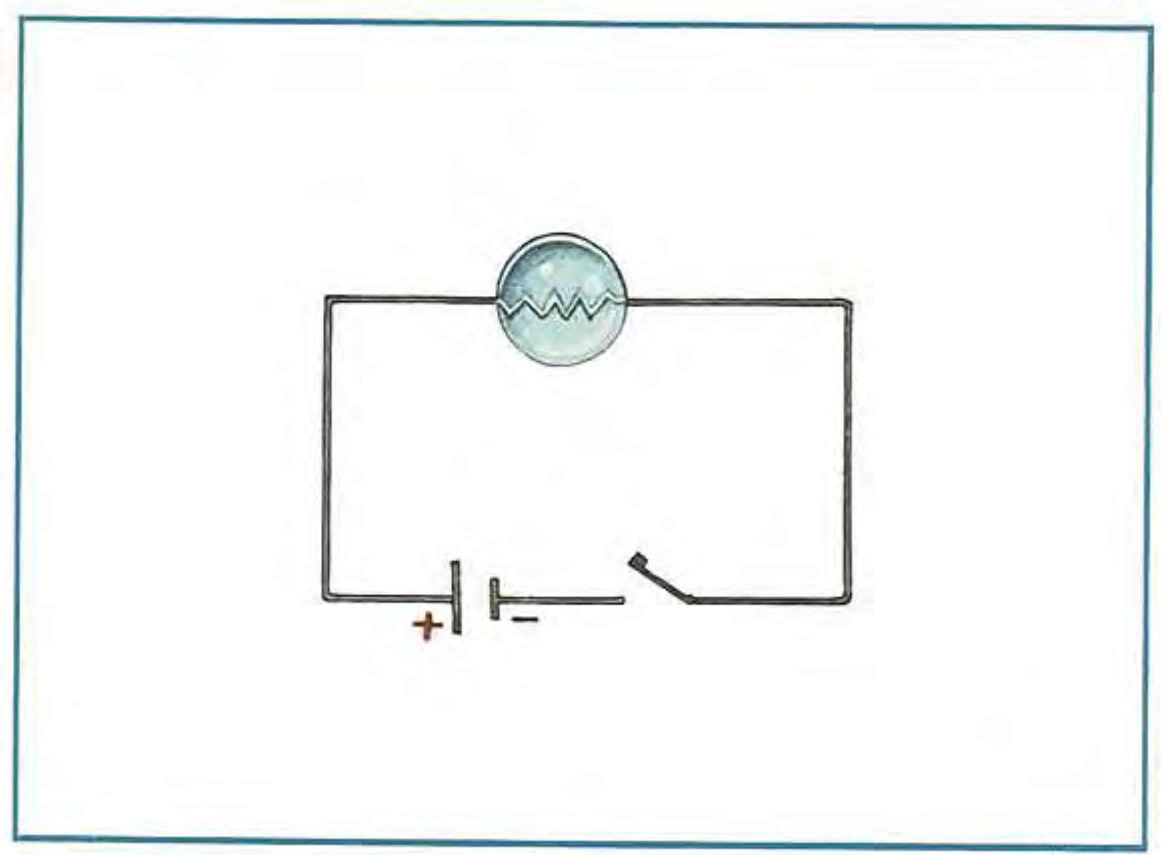
وعندما يكون المفتاحُ الكهربائي مفتوحاً أي غيرَ مُتصلٍ فإنَّ الكهربائيةَ لا تسري في الدائرةِ الكهربائيةِ ويُقال بأنَّ الدائرةَ الكهربائيةَ مفتوحةٌ . أما إذا كانَ المفتاحُ الكهربائيُّ مغلوقاً أي متصلاً فإنَّ التيارَ الكهربائيَّ يمرُّ في الدائرةِ الكهربائيةِ ويُقال عندئذٍ انَّ الدائرةَ الكهربائيةَ مغلوقةٌ .

ويكونُ اتجاهُ حركةِ الألكتروناتِ في الدائرةِ المغلوقةِ من القطبِ السالبِ إلى القطبِ المُوجَبِ للمصدرِ الكهربائي وعادةً يُعتَبرُ اتجاهُ حركةِ الالكتروناتِ هو اتجاهُ التيارِ الكهربائي .

وهو ما سوفَ نأخذ به في هذا الكتابِ . ونودّ الإشارةَ فقط إلى أنَّ في بعضِ الكتبِ الأخرى يُعتَبرُ اتجاهُ التيارِ الكهربائي من القطبِ الموجبِ إلى السالبِ ومسألةُ الاتجاهِ ليستْ مهمةً جداً غير أنه في جميعِ الأحوالِ نجدُ أنَّ اتجاهَ الألكتروناتِ هو من القطبِ السالبِ إلى القطبِ الموجبِ .



شكل (١٠)



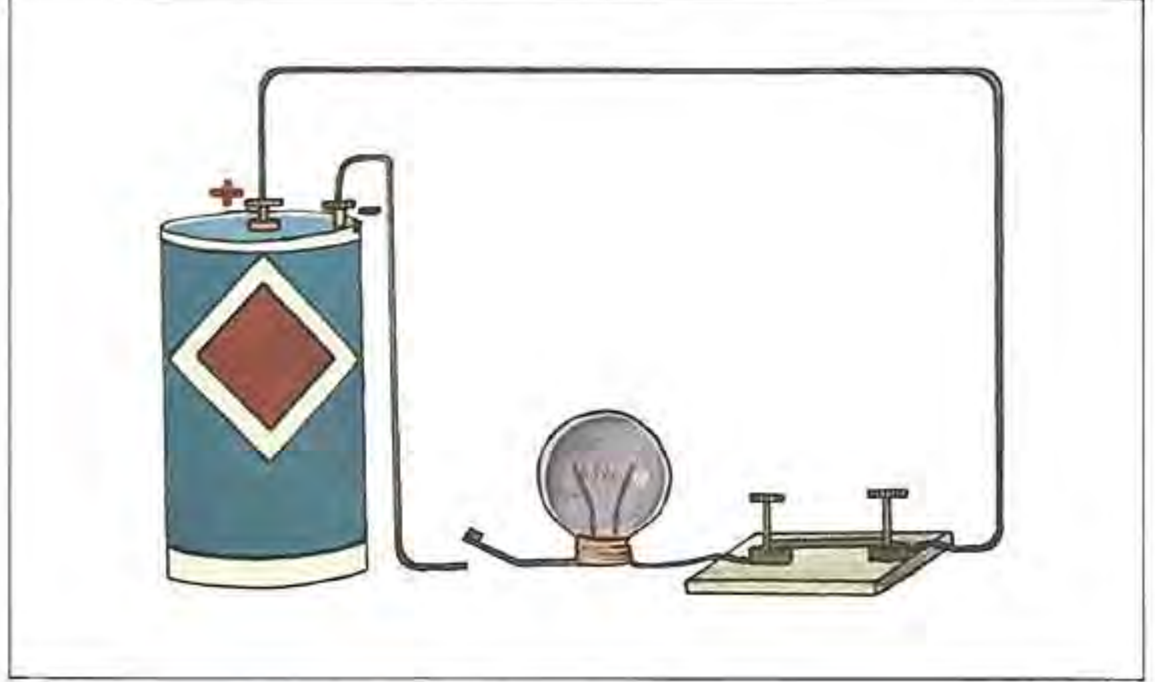
شكل (١١)

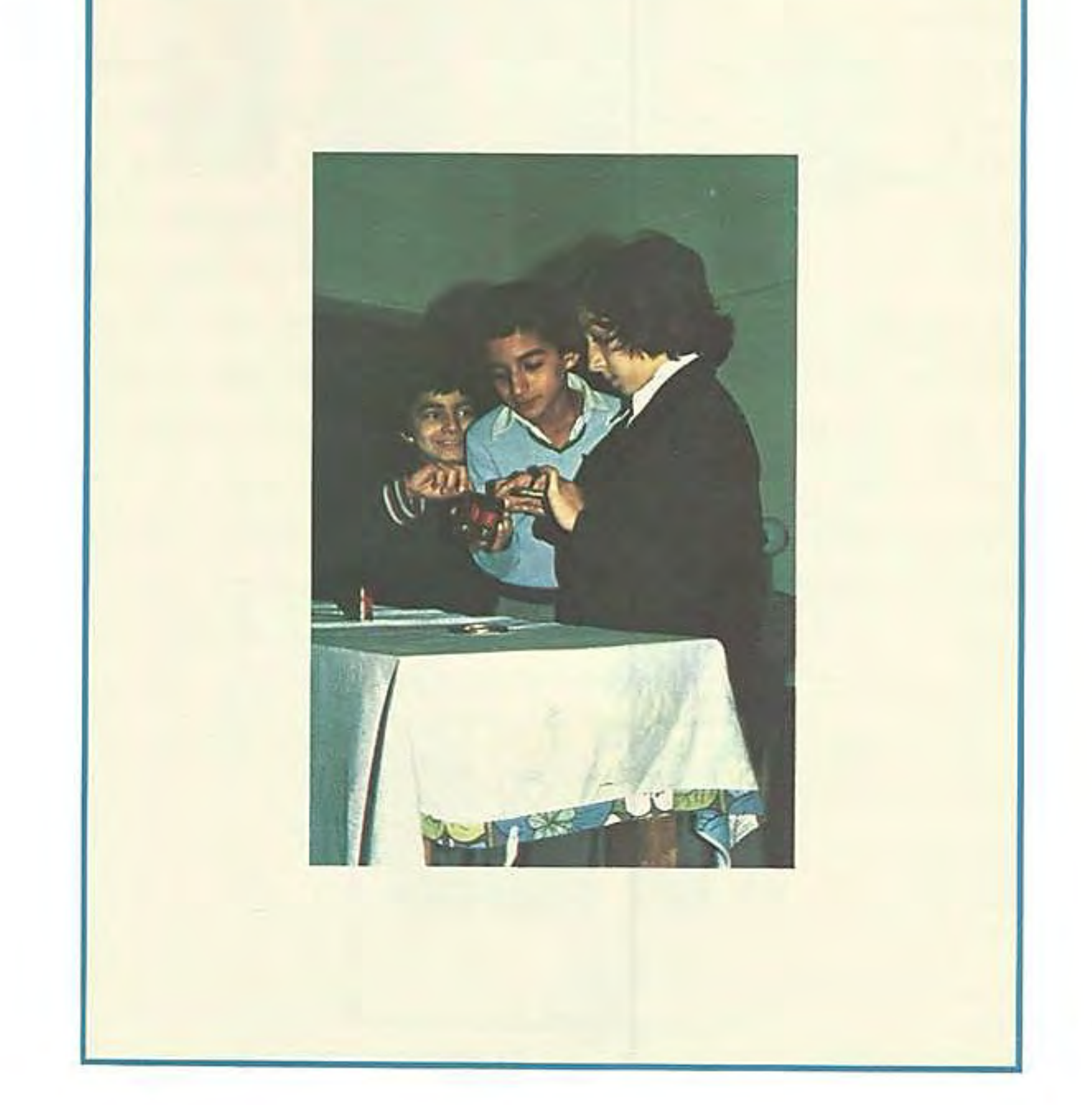
تجربة (٧)
ما هي الموادُ الموصِلَةُ والموادُ العازِلَةُ للكهربائيةِ ؟

ثَبِّتْ مسمارين في لوحٍ خشبيٍّ صغيرٍ بحيثُ تكونُ المسافةُ بينهما حوالي ١٠ سم ثم صِلِ المسمارين في دائرةٍ كهربائيةٍ تحتوي على عمودٍ كهربائي ومصباحٍ كهربائي . ثم صِلْ قِطعةً من سلكٍ نحاسيٍّ بين المسمارين أ ـ ب وتأكدْ من رَبْطِ نهايتيهِ بالمسمارين بصورةٍ جيِّدةٍ ثم اغلقِ المفتاحَ ولاحِظْ هل أضاء المصباحُ الكهربائي ؟ (شكل ١٢)

هل يَدُلُّ ذلك على أنَّ السلكَ النحاسيَّ الذي استعملتَهُ يسمحُ بمرورِ التيارِ الكهربائي ؟

استبدِلِ الآنَ السلكَ النحاسيَّ بخيطٍ من المطاطِ واربُطِ الخيطَ المطاطيَّ بالمسمارين أ ـ ب ثم اغلقِ المفتاحَ الكهربائيَّ . هل يضيءُ المصباحُ الآنَ ؟ هل يَدُلُّ ذلكَ على أنَّ الخيطَ المطاطيَّ غيرُ مُوصِلٍ للتيارِ الكهربائي ؟ جرِّبِ الآنَ موادَّ مختلفةً مِثْلَ سلكٍ من الحديدِ وشريطٍ من الورقِ وخيطٍ من القطنِ الجافِ وشريطٍ من الخشبِ وأنبوبٍ زجاجيٍّ وعمودٍ من البلاستيك وأيةِ موادٍ أخرى يمكنُكَ الحصولُ عليها وثَبِّتْ طَرَفي كلٍّ منها بالمسمارين أ ـ ب واغلِقِ المفتاحَ في كلِّ مرةٍ وتأكدْ من إضاءةِ المصباحِ الكهربائي ؟ وبذلكَ يمكنُكَ تحديدُ الموادِ التي تُوصِلُ التيارَ الكهربائي والموادَ الأخرى غيرِ الموصلةِ للتيارِ الكهربائي أي العازلةِ له .


شكل (١٢)

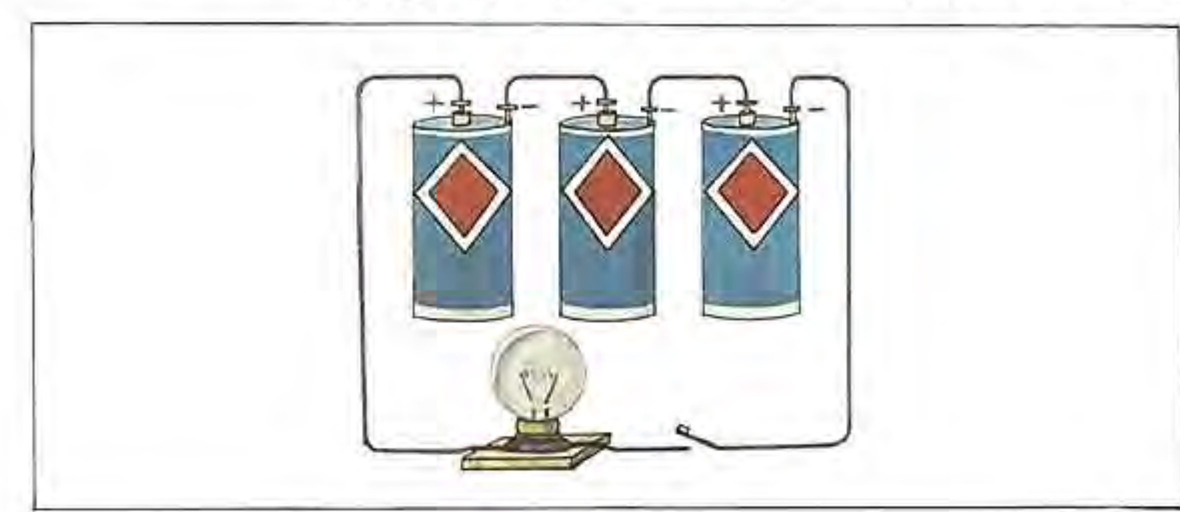


تجربة (٨)
هل يُمكِنُ رَبْطُ عدةِ أعمدةٍ كهربائيةٍ وكيف ؟

أ ـ كيفَ تُرْبطُ الأعمدةُ الكهربائيةُ على التوالي ولماذا ؟

هذه الدائرةُ الكهربائيةُ تحتوي على ثلاثةِ أعمدةٍ مربوطةٍ على التوالي لاحِظْ طريقةَ الرَّبْطِ ، (شكل ١٣) ثم لاحظْ كيفَ وُصِلَ القطبُ السالبُ من العمودِ الأولِ من جهةِ اليسارِ مع القطبِ الموجبِ من العمودِ الثاني وكيفَ رُبِطَ القطبُ السالبُ من العمودِ الثاني بالقطبِ الموجبِ للعمودِ الثالث . ثم كيفَ رُبطَ طَرَفا الدائرةِ الكهربائيةِ بالقطبِ الموجبِ من العمودِ الأولِ وبالقطبِ السالبِ من العمودِ الثالثِ . إنَّ هذهِ الطريقة في الرَّبْطِ تُفيدُنا في زيادةِ الجُهْدِ الكهربائي للمصدرِ فإذا كانَ الجُهدُ الكهربائيُّ لكل عمودٍ في هذه الدائرةِ ١,٥ فولت فإنَّ الجُهدَ الكهربائيَّ للمجموعةِ يكون ١,٥×٣=٤,٥ (أربعة فولتاتٍ ونصف الفولت) . إن زيادةَ الفولتيةِ للمصدرِ تُساعدُ على زيادةِ التيار الكهربائي المارِّ في الدائرةِ الكهربائيةِ . ولكنْ يجبُ عدمُ زيادةِ الفولتيةِ عن الحدِّ الذي تتحملُهُ الدائرةُ والمصابيحُ المربوطةُ فيها حيثُ أنَّ المصابيحَ الكهربائيةَ وبقيةَ الأجهزةِ الكهربائيةِ مُصمَّمةٌ لتحمُّلِ فولتيةٍ معيَّنة تكتَبُ عادةً على نَفْسِ المصباحِ أو الجهازِ .

إذا كانَ المصباحُ المُستعمَلُ في الدائرةِ الكهربائيةِ مكتوباً عليه ٣ فولت فجَرِّبْ توصيلَ الدائرةِ باستعمالِ عمودينِ على التوالي ثم باستعمالِ ثلاثةِ أعمدةٍ على التوالي ولاحظْ كيفَ تزدادُ شدةُ الضوءِ الذي يُعطيهِ المصباحُ خلالَ ذلكَ ممَّا يشيرُ إلى زيادةِ التيّار الكهربائي المارِّ في الدائرةِ الكهربائيةِ .



شكل (١٣)



شكل (١٤)

ب ـ كيفَ تُربَطُ الأعمدةُ الكهربائيةُ على التوازي ولماذا ؟

هذهِ الدائرةُ الكهربائيةُ تحتوي على ثلاثةِ أعمدةٍ كهربائيةٍ مربوطةٍ على التوازي ، (شكل ١٤) لاحِظْ أنَّ الأقطابَ الموجبةَ للأعمدةِ الثلاثة مربوطةٌ مع بعضها . وأنَّ الأقطابَ السالبةَ للأعمدةِ الثلاثة مربوطةٌ مع بعضها أيضاً . في هذهِ الطريقةِ في رَبْطِ الأعمدةِ يكونُ الجُهد الكهربائيُّ لمجموعةِ الأعمدةِ (أي فولتيةُ المجموعة) مساوياً لفولتيةِ عمودٍ واحدٍ فيها فإذا كانت فولتيةُ كلِّ عمودٍ من الأعمدة الثلاثة هي ١,٥ فولت فإنّ فولتيةَ المجموعة تكونُ ١,٥ فولت أيضاً . إلا أنَّ التيارَ الكهربائيَّ سوفَ يزدادُ أيضاً . ويجبُ أنْ يكونَ المصباحُ المُستعملُ في هذهِ الدائرةِ من النوعِ الذي يتحمَّلُ فولتيةً مقدارُها ١,٥ فولت .

جَرِّبِ الآنَ توصيلَ الدائرةِ الكهربائيةِ باستعمالِ عمودٍ واحدٍ ثم عمودين ثم ثلاثةِ أعمدةٍ . ولاحِظْ كيفَ تزدادُ شدةُ الضوءِ في المصباحِ الكهربائي ممّا يشيرُ إلى زيادةِ التيّار الكهربائي المارِّ في الدائرةِ الكهربائيةِ بزيادةِ الأعمدةِ الكهربائيةِ .

يُطْلَقُ على مجموعةِ الأعمدةِ الكهربائيةِ المربوطةِ مع بعضِها في دائرةٍ كهربائيةٍ اسمُ ـ البطاريةِ الكهربائيةِ ـ أو ـ النضيدةِ الكهربائيةِ ـ سواءٌ كانتِ الأعمدةُ مربوطةً على التوالي أو ـ على التوازي .

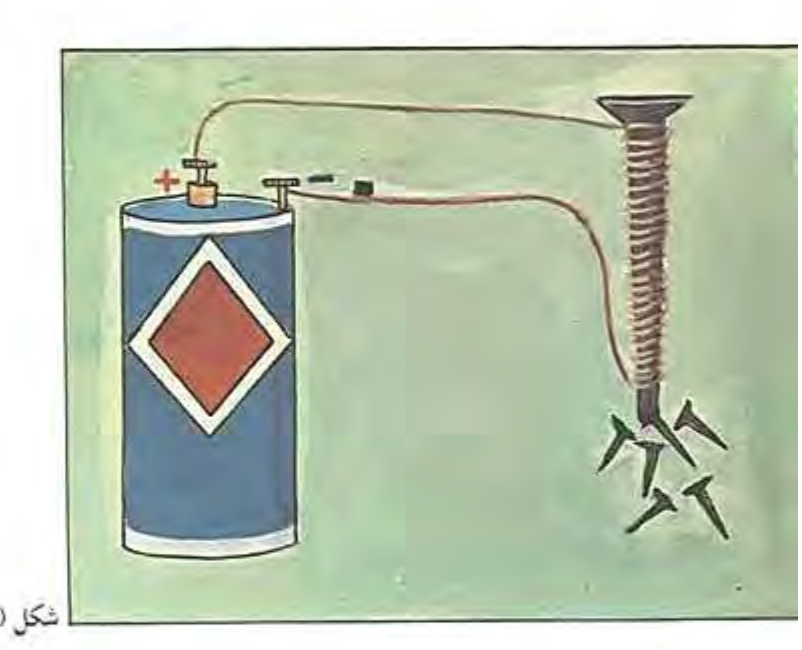
تجربة (٩)
كيفَ تَصنعُ مغناطيساً كهربائياً ؟

خُذ مِسماراً حديدياً كبيراً أو قضيباً حديدياً مناسباً وخُذْ سِلكاً نحاسياً معزولاً ورفيعاً ثم لُفَّ السلكَ النحاسيَّ المعزولَ حولَ المسمارِ الحديدي بحوالي ٥٠ لفةً ثم اربُطْ طرَفَي السلكِ بقطبي عمودٍ كهربائي . استعملْ مفتاحاً كهربائياً للتحكُّمِ بالدائرةِ الكهربائيةِ . أغلِقِ المفتاحَ ثم تأكدْ هل سيكتسبُ المسمارُ خواصاً مغناطيسيةً . (شكل ١٥)

قَرِّبْ كميةً من المساميرِ الحديديةِ الصغيرةِ من أحَدِ طرَفَي المسمارِ الكبيرِ في الدائرةِ الكهربائيةِ ولاحِظْ هل ستنجذبُ إليه كما تنجذبُ عادةً إلى المغناطيس . إقطَعِ الآنَ الدائرةَ الكهربائيةَ بفتْحِ المفتاحِ الكهربائي ثم قرِّبِ المساميرَ ثانيةً . هل تنجذبُ المساميرُ في هذهِ الحالةِ ؟

أعِدِ التجاربَ باستخدامِ النهايةِ الثانيةِ للمسمارِ الكبيرِ وتأكدْ من الخواصِ المغناطيسيةِ فيه . استعملِ الآنَ بوصلةً مغناطيسيةً لتعيينِ نوعِ الأقطابِ المغناطيسيةِ على طرفَي المسمارِ الحديدي ـ المغناطيس الكهربائي ـ تذكرْ لهذا الغرضِ أنَّ الأقطابَ المغناطيسيةَ المتماثلةَ تتنافرُ وأنَّ الأقطابَ المغناطيسيةَ المختلفةَ تتجاذبُ .

اعكسِ الآنَ رَبْطَ الدائرةِ الكهربائيةِ بقطبي العمودِ الكهربائي ولاحِظْ كيفَ تتغيرُ الأقطابُ المغناطيسيةُ الكهربائيةُ في المسمارِ الحديدي .

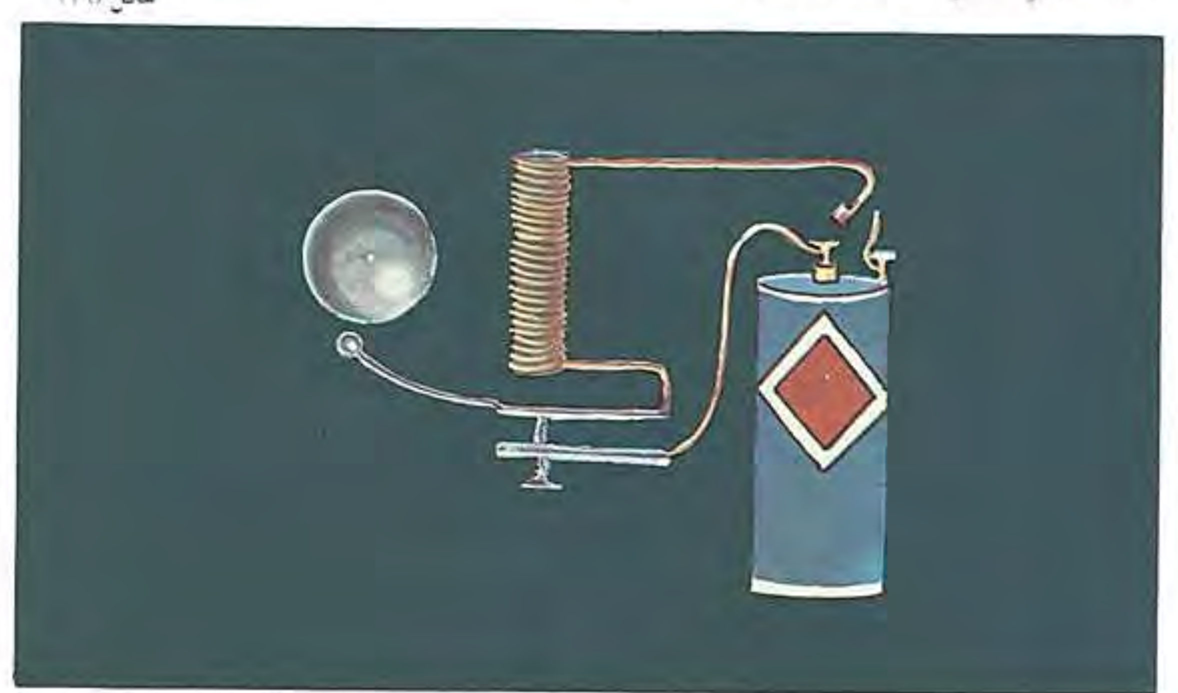


شكل (١٥)

تجربة (١٠)
كيفَ تصنعُ جرساً كهربائياً ؟

استعملْ لوحةً خشبيةً بمساحةٍ مناسبةٍ لتثبيتِ أجزاءِ الجرسِ الكهربائي (شكل ١٦) التي تتكونُ من مصدرٍ للتيارِ الكهربائي ـ عمود كهربائي ـ ومفتاح كهربائي ومغناطيس كهربائي وناقوس ومطرقة ومسمار (لولبي ـ برغي) . ويمكنكَ صنعُ المغناطيسِ كما سبقَ شرْحُهُ . أما المطرقةُ فيجبُ أنْ تكونَ متصلةً بشريطٍ حديديٍّ مَرِنٍ . عندَ ضغطِ المفتاحِ الكهربائي ـ غلق الدائرةِ الكهربائيةِ ـ يَمُرُّ التيارُ الكهربائي في مَلَفِّ المغناطيسِ الكهربائي ثم إلى شريطِ المطرقةِ ثم إلى البرغي ثم إلى المصدرِ الكهربائي . وعندَ مرورِ التيارِ الكهربائي يعملُ المغناطيسُ الكهربائي على جَذْبِ شريطِ المطرقةِ الحديدي وبذلكَ ينفصلُ عن البرغي فتنقطعُ الدائرةُ الكهربائيةُ ويفقدُ المغناطيسُ الكهربائيُّ مغناطيسيتَهُ وينفصلُ عن شريطِ المطرقةِ الذي يعودُ إلى وضعِهِ السابقِ بسببِ مرونته ويتصلُ ثانيةً بالبرغي فتتصلُ الدورةُ الكهربائيةُ ثانيةً . وهكذا تتكررُ العمليةُ طالما كانَ المفتاحُ الكهربائيُّ مغلقاً . وعندَ حركةِ شريطِ المطرقةِ تضْربُ المطرقةُ على الناقوسِ فيأخذُ بالرنين . ولضَبْطِ العمليةِ يمكنكَ التحكُّمُ في موقعِ الناقوسِ ، كذلكَ يمكنُكَ التحكُّمُ بموقعِ البرغي بتحريكِهِ قليلاً إلى الداخلِ أو الخارجِ ، وعندما نرفعُ يدَنا عن المفتاحِ الكهربائي ينقطعُ سريانُ الكهربائيةِ كلياً ويتوقفُ الجرسُ عن الرنين .

شكل (١٦)

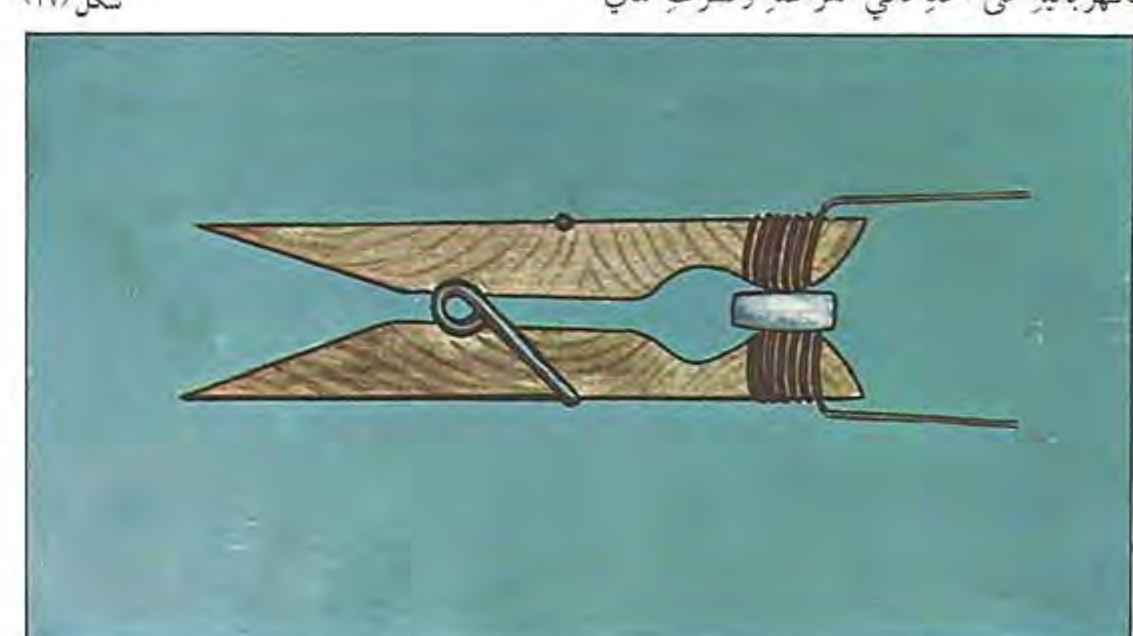


تجربة (١١)
كيفَ تصنعُ جهازَ تنبيهٍ بسقوطِ المطر ؟

يُمكنُكَ الاستفادةُ من جهازَ الجرسِ الكهربائي الذي وردَ ذكرُهُ في التجربةِ السابقةِ لصُنْعِ جهازِ تنبيهٍ يعملُ بصورةٍ آليةٍ عندَ سقوطِ المطرِ . وكلّ ما تحتاجُ إضافته هو مفتاحٌ كهربائيٌّ يوضعُ في خارجِ المنزلِ بحيثُ يكونُ مُعرَّضاً مباشرةً للمطرِ عندَ سقوطِهِ. ويجبُ أنْ يُصَمَّمَ هذا المفتاحُ بحيثُ يكونُ مفتوحاً عندما يكونُ جافاً . وبحيثُ يُغلَقُ بصورةٍ آليةٍ عندَ سقوطِ قطَراتِ المطرِ الأولى عليه . ويمكنكَ عملُ مفتاحٍ بسيطٍ من هذا النوعِ باستعمالِ قراصةٍ خشبيةٍ من قراصاتِ الغسيلِ (شكل ١٧) ولُفَّ أحدَ طرفي الدائرةِ الكهربائيةِ على أحَدِ فكي القراصةِ والطرفِ الثاني لسلكِ الدائرةِ الكهربائيةِ على الفكِ الثاني للقراصةِ ثم افصل الفكينَ بمادةٍ جافةٍ من الموادِ التي تذوبُ في الماءِ ـ مثل كميةٍ من الملح أو كميةٍ من السكرِ أو قرصٍ من الأسبرين أو ورقةٍ ـ وبذلك يكونُ المفتاحُ مفتوحاً وعندَ سقوطِ المطرِ تذوبُ المادةُ الفاصلةُ بين الفكين فتضغطُ القراصةُ على فكيها وتتصلُ الدائرةُ الكهربائيةُ ويرنُّ الجرسُ الكهربائيُّ . ويَعْرِفُ مَنْ في المنزلِ بأنَّ المطَر أخَذَ ينهمرُ في الخارجِ ويُحبذُ إبقاءُ مفتاحٍ كهربائي عادي في داخلِ المنزلِ في الدائرةِ الكهربائيةِ للجرسِ لكي يمكن ايقافُ الجرسِ من الداخلِ أيضاً .

هل بامكانِكَ ابتكارَ تصميمٍ آخر للمفتاحِ الكهربائي الآلي الذي يعملُ بالمطرِ ، غير المفتاحِ المشار اليه ؟

شكل (١٧)

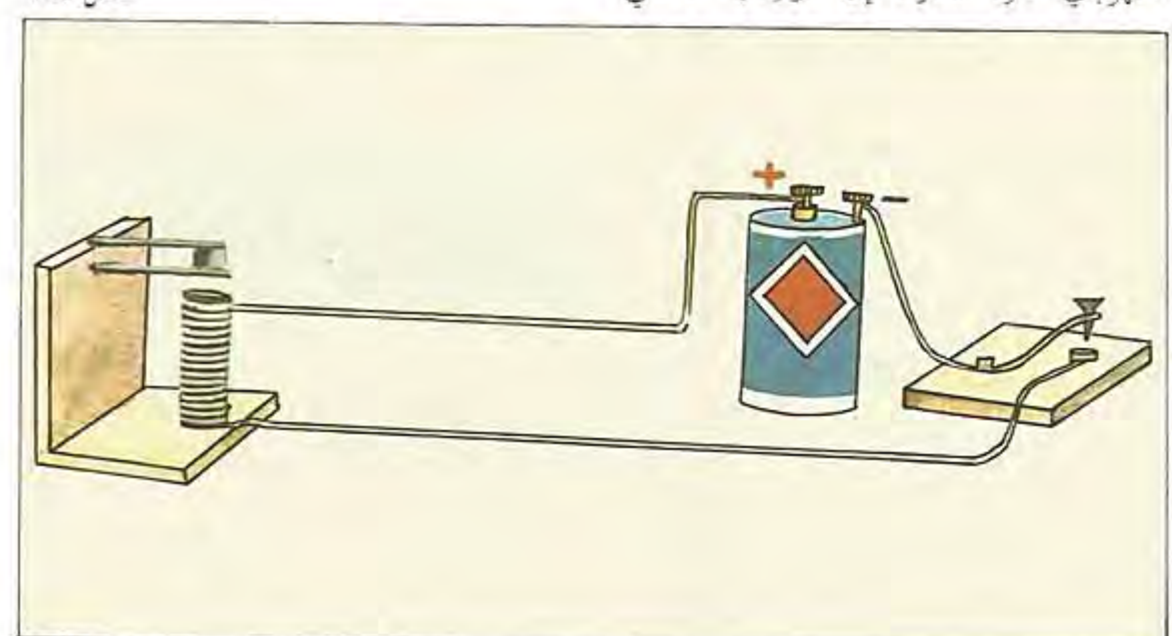


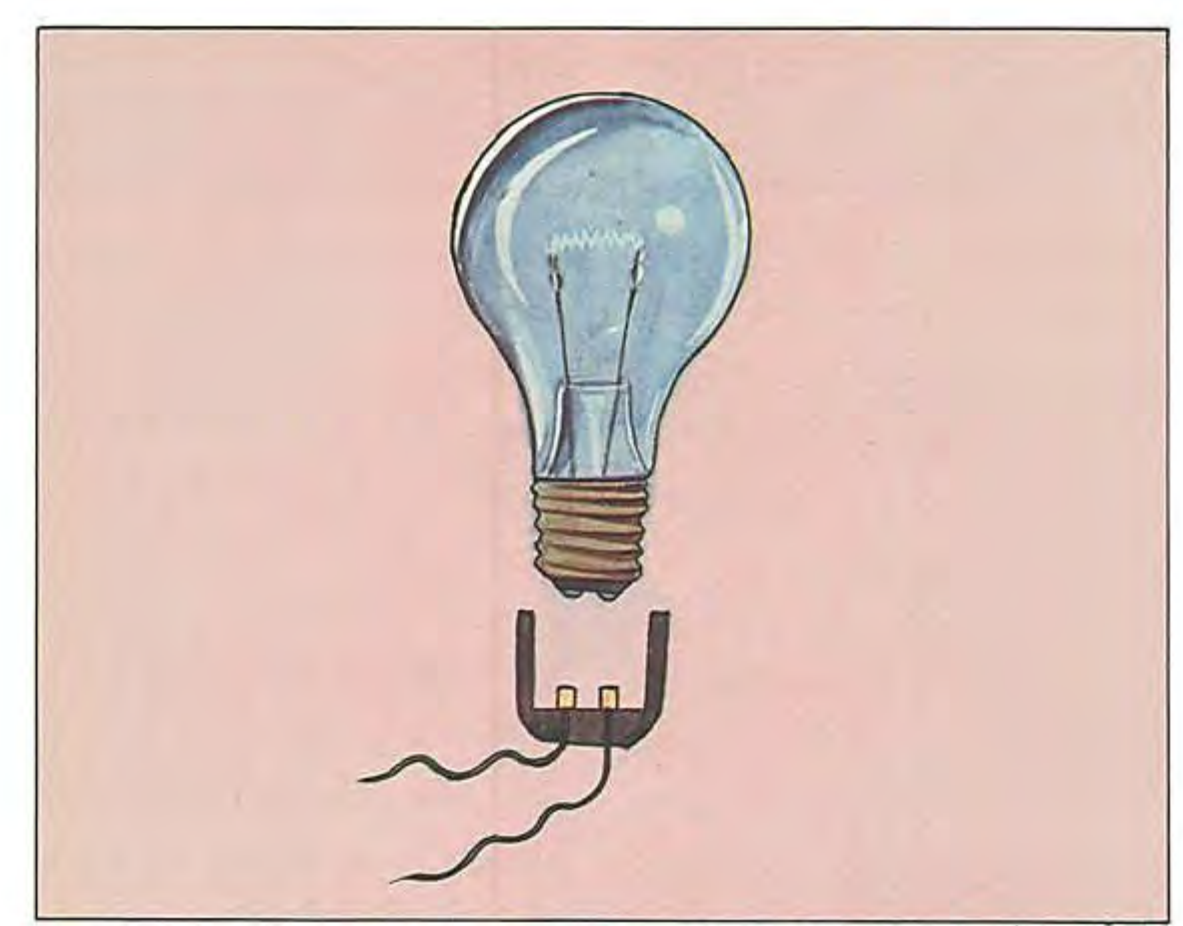
تجربة (١٢)
كيفَ تصنعُ جهازَ برقٍ تلغرافٍ بسيط ؟

يتكونُ جهازُ البرقِ الكهربائي ـ التلغراف ـ في أبسطِ أشكالِهِ من مفتاحٍ كهربائي لإرسالِ الاشاراتِ البرقيةِ ومغناطيسٍ كهربائي لاستقبالِ هذهِ الاشاراتِ وتحويلها إلى إشاراتٍ صوتيةٍ . والشكلُ (١٨) يوضحُ أجزاءَ الدائرةِ الكهربائيةِ لهذا الجهازِ . لاحِظْ هذهِ الأجزاء وحاوِلْ صنعها وربطَها كما في (شكل ١٨) .

عندَ الضغطِ على المفتاحِ تتصلُ الدائرةُ الكهربائيةُ ويعملُ المغناطيسُ الكهربائي في جهازِ الاستقبالِ على جَذْبِ المطرقةِ فتعطي صوتاً ـ دقةً ـ عند اصطدامها بالمغناطيس الكهربائي وعند فَتْحِ المفتاحِ وقطعِ التيارِ الكهربائي تعودُ المطرقةُ إلى موضِعها الأصلي فتصطدمُ بقطعةِ المعدنِ الملامسةِ لها وتُحدِثُ صوتاً آخرَ ـ دقةً أخرى ـ وهكذا تَحدُثُ دقتانِ في جهازِ الاستقبالِ يُمْكِنُ التحكُّمُ بالفترةِ الزمنيةِ بينهما بحسَبِ فترةِ الضغطِ على مفتاحِ الارسالِ بحيثُ تكونُ إما فترةٌ قصيرةٌ يُعبَّرُ عنها بنقطةٍ ـ أو فترةٌ أطولَ ويعبَّرُ عنها ـ بخطٍ ـ وهكذا تُرسَلُ الاشاراتُ الكهربائيةُ على شكلِ نقاطٍ وخطوطٍ . وبإمكانكَ الاتفاقُ مع زميلٍ لكَ على إشاراتٍ معينةٍ يفهمُها زميلُكَ . كما أنَّ بإمكانِكُما عَمَلَ جهازينِ من هذا النوعِ لتبادلِ الاشاراتِ بينكما . في دوائرِ البرقِ ـ التلغراف ـ يستعمل جهاز مزدوج للارسالِ والاستقبال في آنٍ واحدٍ . كما أن لدى دوائرِ البرق اشاراتٍ دوليةٌ متفقٌ عليها لإرسالِ الاشاراتِ البرقيةِ تسمى ـ إشارات مُورس .

شكل (١٨)



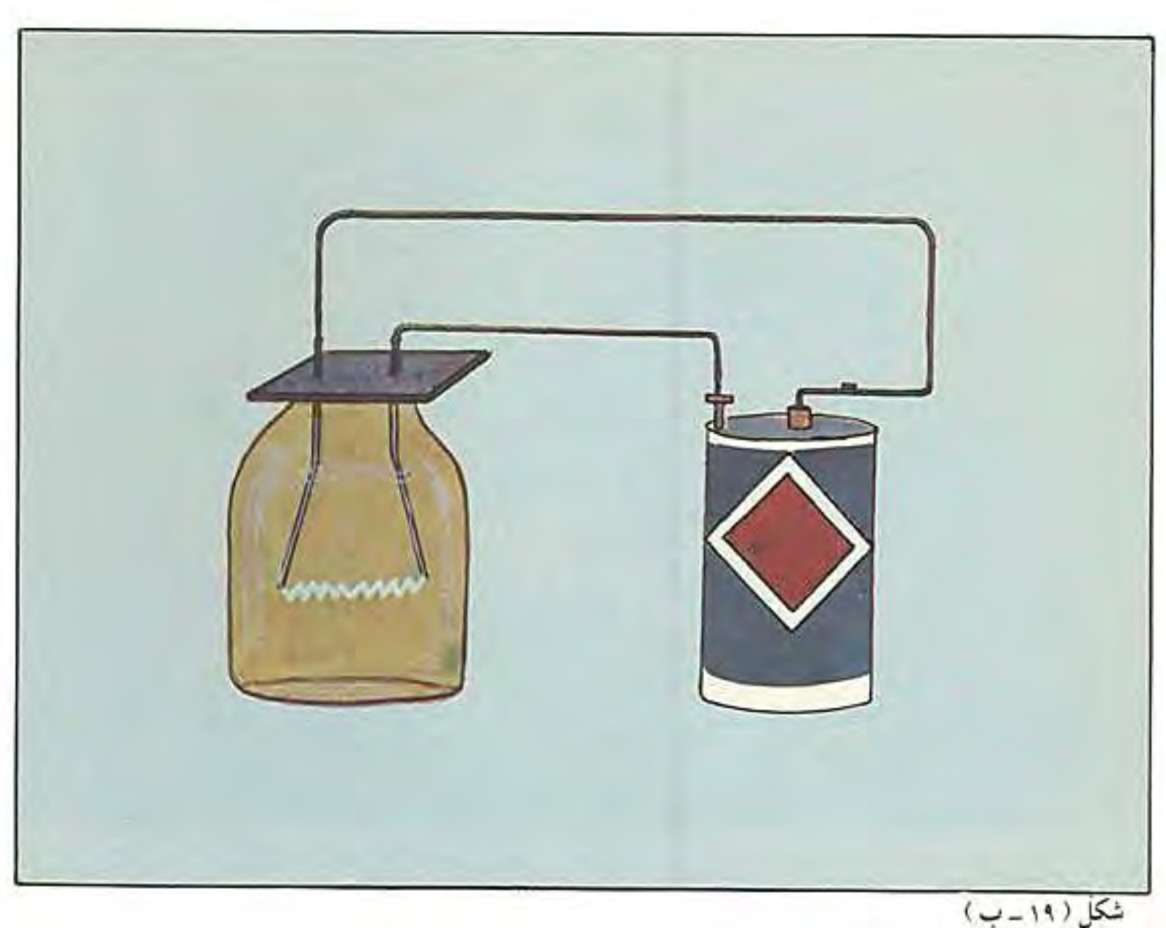


شكل (١٩ ـ أ)

تجربة (١٣)
كيفَ تصنعُ مصباحاً كهربائياً ؟

إفحصْ مصباحاً كهربائياً بصورةٍ جيدةٍ . (شكل ١٩ ـ أ) استعملْ إذا لَزِمَ الأمرُ عدسةً مكبرةً وسوفَ تَجِدُ في داخلِ المصباحِ سلكاً رفيعاً يسمى ـ الخُويط ـ يتصلُ من نهايتيهِ بسلكينِ غليظينِ نسبياً ينتهيانِ إلى خارجِ المصباحِ بقطعتينِ من الرصَاصِ ولو تَفحّصتَ الآنَ الرأسَ الماسكَ للمصباحِ الكهربائي لأمكنكَ ملاحظةُ أنَّ قِطعتي الرصَاصِ تتصلانِ بالدائرةِ الكهربائيةِ عن طريقِ اتصالِهما بقطعتينِ من المعدنِ داخلَ الماسكِ . وعندَ مرورِ التيارِ الكهربائي في خُويطِ المصباحِ يَسْخُنُ إلى درجةِ التوهُجِ فيضيءُ المصباحُ .

وعلى هذا الأساسِ يمكنُكَ عملُ مصباحٍ كهربائي بسيطٍ يتكونُ من قنينةٍ زجاجيةٍ تمثلُ



شكل (١٩ ـ ب)

زجاجةِ المصباحِ الكهربائي . ضَعْ فوقَ فوهةِ القنينةِ قطعةً من الكارتونِ الصَّلبِ يَنْفُذُ منها سلكانِ غليظانِ نسبياً ، ثم صِلِ الطرفينِ الداخليينِ في القنينةِ منهما بقطعةٍ من سلكٍ نُحاسي رفيعٍ جداً وهذا السلكُ يُمثِّلُ الخويطَ ويمكنُكَ إجراءُ عدةِ اختباراتٍ لاختيارِ الطولِ المناسبِ من هذا السلكِ . صِلْ سلكي التوصيلِ الغليظينِ بالعمودِ الكهربائي ثم اغلقِ المفتاحَ الكهربائيَّ (شكل ١٩ ـ ب) وسوفَ يَسْخُنُ الخويطُ إلى درجةِ الاحمرارِ ثم التوهجِ وبذلكَ يضيءُ المصباحُ .

وسوفَ لا يستمرُ الخويطُ في هذا التوهجِ لفترةٍ طويلةٍ لأنه إمَّا أن ينصهرَ بسببِ الحرارةِ أو يحترقَ بسببِ وجود الأوكسجينِ داخلَ القنينةِ . في المصابيحِ الكهربائيةِ الحقيقيةِ يُصنَعُ الخُويطُ من معدنٍ خاصٍ لا يَنْصَهِرُ بسرعةٍ مثلَ معْدِنِ التنكستن ، كذلك تُملأُ زجاجةُ المصباحِ بغاز النتروجين أو الأركون أو غازاتٍ مماثلةٍ تَطْرُدُ الأوكسجينَ وتمنعُ تأكسدَ الخُويطِ واحتراقَهُ .



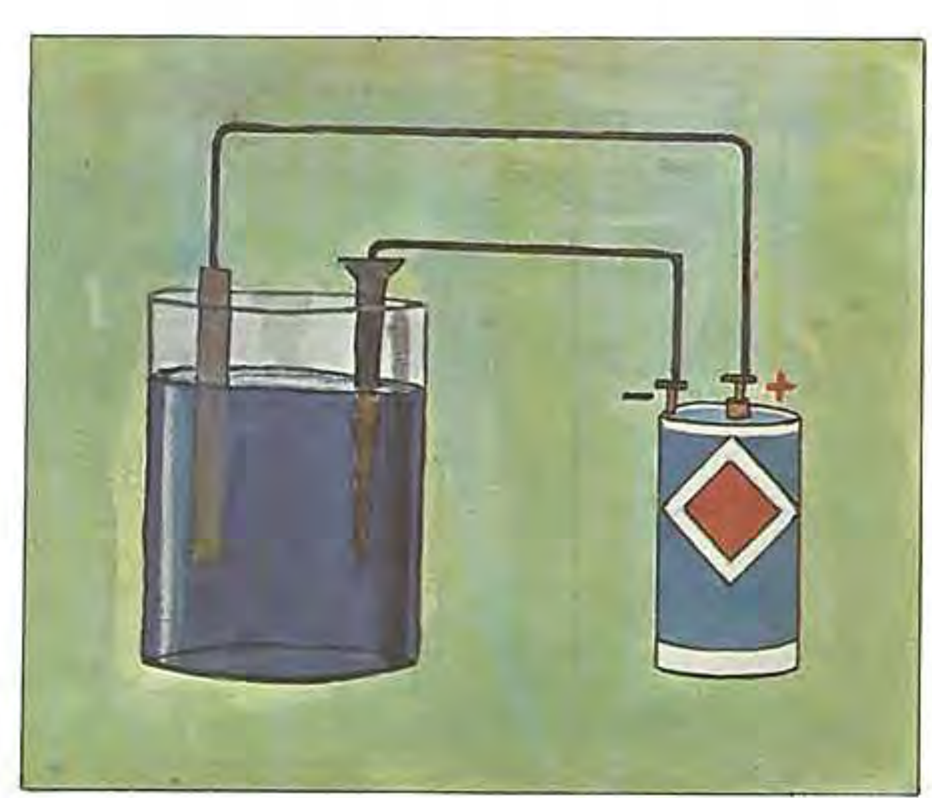
تجربة (١٤)
كيفَ يمكنُ الطَّلْيُ بالكهربائية ؟

خُذْ قنينةً زجاجيةً ذاتَ فوهةٍ كبيرةٍ وَضَعْ فيها كميةً من محلولِ كبريتاتِ النحاسِ – يمكنُكَ الحصولُ على المحلولِ بإذابةِ حوالي ١٠ غم من بلوراتِ كبريتاتِ النحاسِ في قدَحِ ماءٍ وستحصلُ على محلولٍ لونُهُ أزرقُ ثم ضَعْ في المحلولِ مسماراً حديدياً وشريطاً من النحاسِ صِلِ المسمارَ الحديديَّ بواسطةِ سلكٍ نحاسيٍّ إلى القطبِ السالبِ للعمودِ الكهربائي . ثم صِلِ الشريطَ النحاسيَّ بالقطبِ الموجبِ للعمودِ الكهربائي . وانتَظِرْ فترةً منَ الزمنِ . هل تلاحظُ تَرَسُّبَ طبقةٍ ذاتِ لونٍ نحاسيٍّ فوقَ الجزءِ المغمورِ من المسمارَ في المحلول ؟ (شكل ٢٠)

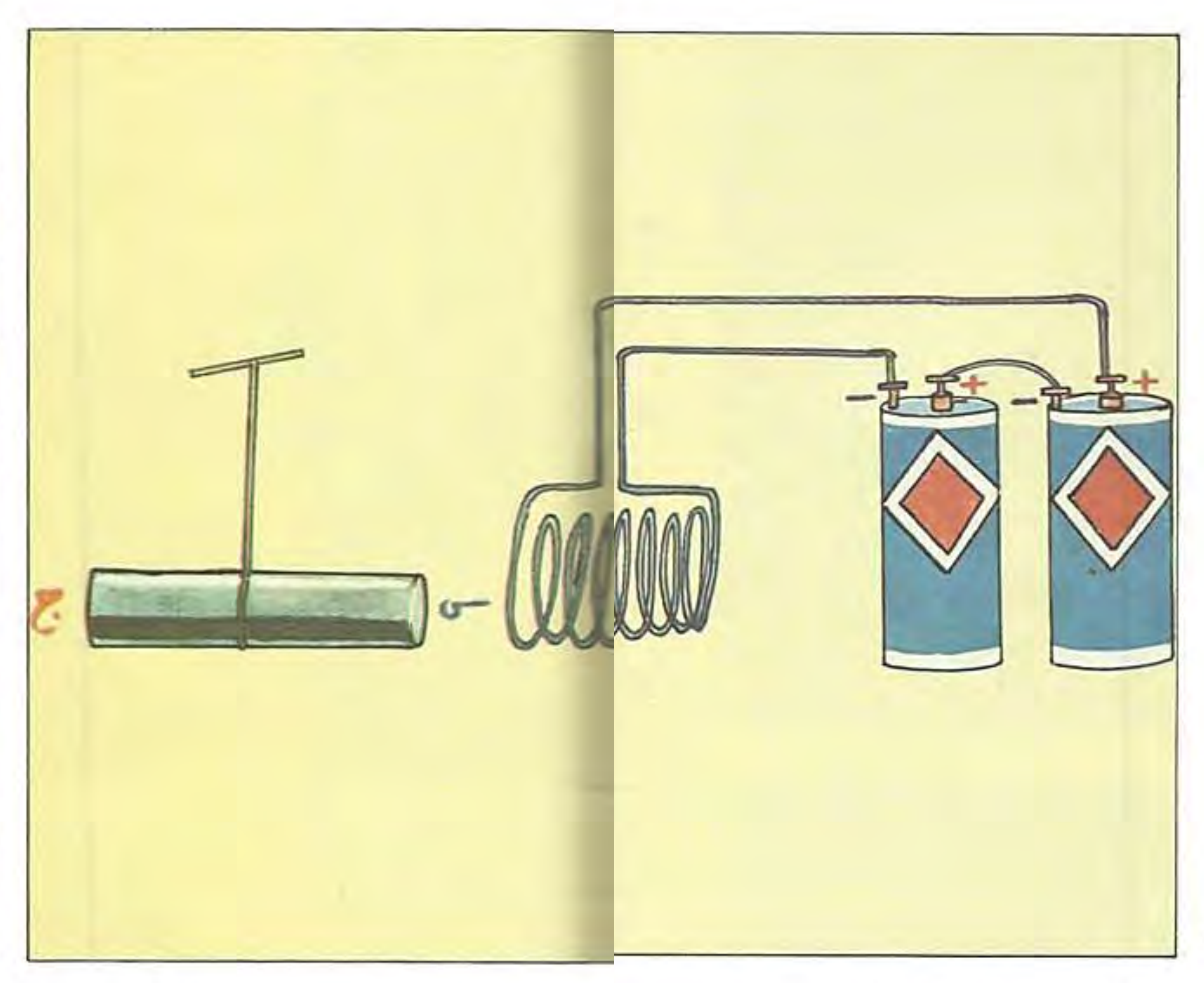
أوقِفِ التيارَ الكهربائيَّ واخرجِ المسمار وافحصْ هذهِ الطبقةَ وسوفَ تجدُ بأنَّ المسمارَ قد طُلِيَ فعلاً بالنحاسِ .

حاوِلْ طلاءَ أشياءَ أخرى بنفسِ الطريقةِ .

إنَّ هذهِ الطريقةَ نفسها يُمكِنُ استخدامُها لِطلي الموادِ المختلفةِ بالذَّهَبِ أو بالفِضَّةِ ولكنْ يَجِبُ استعمالُ محاليلَ أخرى من مركباتِ الذَّهبِ أو مركباتِ الفِضةِ .



شكل (٢٠)



شكل (٢١ ـ أ)

تجربة (١٥)
كيفَ يَعْملُ المحرِّكُ الكهربائيُّ ؟

خُذْ سِلكاً نُحاسياً رفيعاً معزولاً واعملْ منه ملفاً من حوالي عشر لفاتٍ (شكل ٢١ ـ أ) ثم صِلْ نِهايتي السلكِ ببطاريةٍ كهربائيةٍ مكونةٍ من عمودينِ أو ثلاثةِ أعمدةٍ . إنَّ هذا الملفَ عندَ مرورِ التيارِ الكهربائي فيه سوفَ يتحولُ إلى مغناطيسٍ كهربائيٍّ وتستطيعُ أنْ تتأكدَ من ذلكَ بواسطةِ بوصلةٍ مغناطيسيةٍ . كذلكَ تستطيعُ بواسطةِ البوصلةِ تعيينَ الأقطابِ المغناطيسيةِ التي تتكونُ على جهتي الملفِ . وبعدَ ذلكَ استعملْ قضيباً مغناطيسياً وعلِّقْهُ من وَسَطهِ بالقُرْبِ من الملفِ ولاحِظْ ما يَحْدُثُ . هل ستظهرُ قوةٌ بين الملفِ والمغناطيسِ ؟ قَرِّبَ القطبَ الشماليَّ للقضيبِ المغناطيسيِّ من الملفِ . هل يَحْدُثُ تنافرٌ بينهما ؟ ثم قَرِّبِ

القطبَ الجنوبيَّ للقضيبِ المغناطيسيِّ من القطبِ الشماليِّ للمغناطيسِ الكهربائي في الملفِ . هل يحدثُ الآنَ تجاذُبٌ ؟ إن التجاذب والتنافر المغناطيسي بين ملف يمر فيه تيار كهربائي ومغناطيس ثابت هو أساسُ عَمَلِ المُحرِّكِ الكهربائيِّ . ويمكنُ جَعْلُ الحركةِ الناتجةِ دورانيةً بجعْلِ المغناطيس على شكْلِ حدوةِ الفَرَسِ واستعمالِ محورٍ للملفِ بحيثُ يكونُ بإمكانهِ الدورانِ بينَ قُطبي المغناطيسِ (شكل ٢١ ـ ب) ويُستخدَمُ المُحرِّكُ الكهربـاء لتحويلِ الطاقةِ الكهربائيةِ إلى طاقةٍ حركيةٍ أي الحصولُ على حركةٍ من التيارِ الكهربائي . وهذه الحركةُ مفيدةٌ في كثيرٍ من الأجهزةِ وفي تشغيلِ الآلاتِ . هل بإمكانكَ أنْ تَذْكُرَ عدداً من الآلاتِ والأدواتِ التي يستخدَمُ فيها المحرِّكُ الكهربائيُّ ؟

شكل (٢١ ـ ب)

تجربة (١٦)

كيف يَعْمَلُ المولدُ الكهربائيُّ
ـ الداينمو ـ ؟

خُذْ سلكاً نحاسياً رفيعاً ومعزولاً واعملْ منهُ ملفاً اسطوانياً يتكوَّنُ من حوالي عشر لفاتٍ واربطْ نهايتي السلكِ بحيثُ تحصلُ على قطعةٍ مستقيمةٍ منه تَمُرُّ فوقَهُ بوصلةٌ مغناطيسيةٌ صغيرةٌ . (شكل ٢٢)

خُذْ قضيباً مغناطيسياً وقرِّبْ أحدَ قُطبيهِ من فتحةِ الملفِّ ثم حَرِّكِ المغناطيسَ بسرعةٍ إلى داخلِ الملفِّ ثم اسحبْهُ بسرعةٍ إلى الخارجِ . ولاحِظْ ما يحدثُ . هلْ تحركتْ إبرةُ البوصلةِ المغناطيسيةِ ؟ كرِّرِ التجربةَ باستعمالِ القطبِ الآخرِ للقضيبِ المغناطيسي .

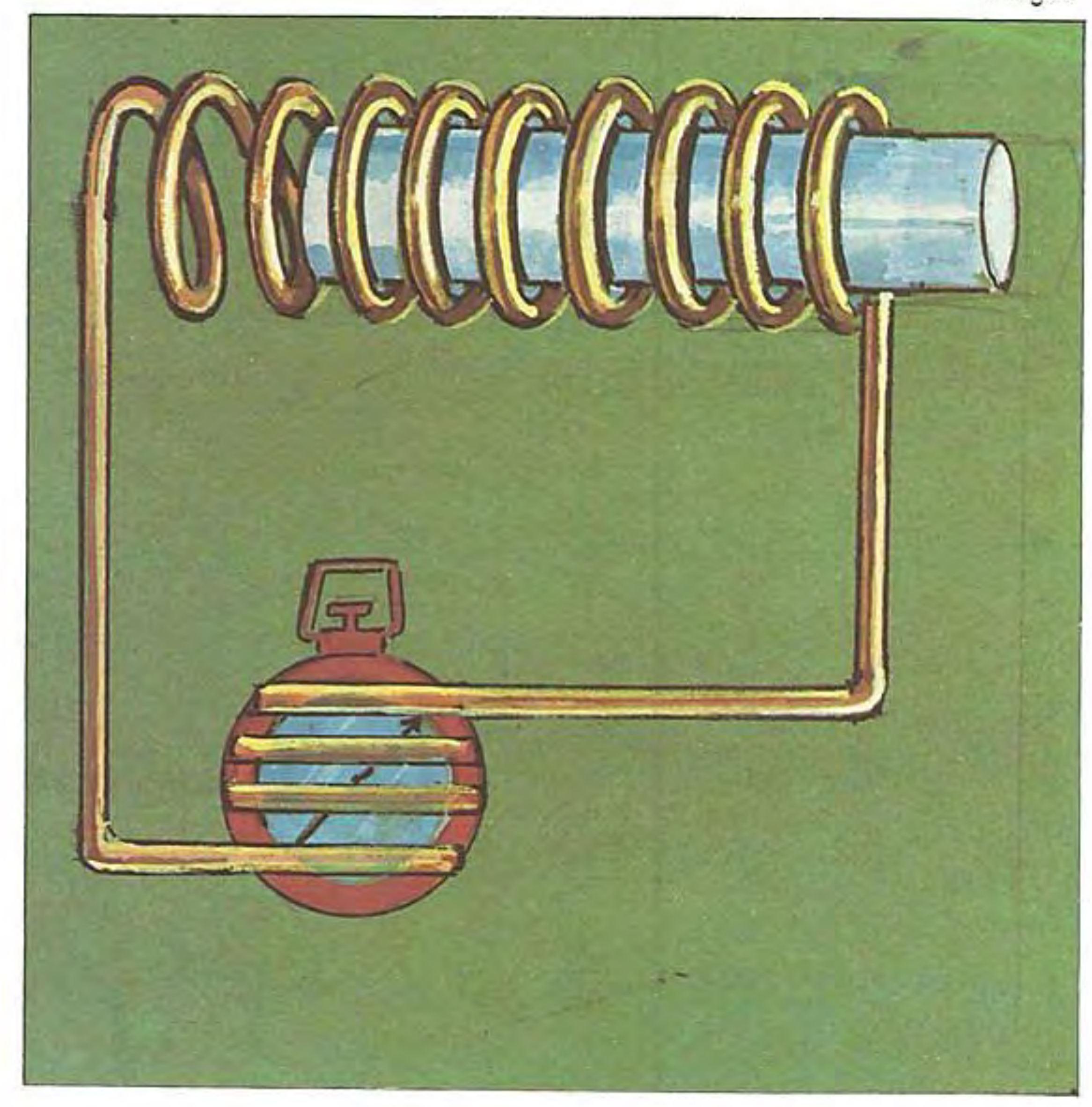
إذا لم تكُنْ حركةُ البوصلةِ المغناطيسيةِ واضحةً لُفَّ السلكَ بِضْعَ لفاتٍ حَوْلَها فذلكَ سوفَ يجعَلُ حركَتَها أوضحَ .

ألا تَدُلُّ حركةُ الإبرةِ المغناطيسيةِ في البوصلةِ بأَنَّ الملفَّ قد اكتسبَ المغناطيسيةَ أي أنه قد تحوَّلَ إلى مغناطيسٍ كهربائي ؟ ألاَ يدُلُّ ذلكَ على أنَّ تياراً كهربائياً قد أخذَ يسري في الملفِّ ؟ أعدِ التجربةَ بتثبيتِ المغناطيسِ وتحريكِ الملفِّ . هل تَحصلُ على نتيجةٍ مشابهةٍ ؟

إنَّ هذهِ التجربةَ توضِحُ لكَ طريقةً مهمةً في توليدِ الكهرباءِ باستخدامِ المغناطيسيةِ . ولاحِظْ أنَّكَ يجبُ أنْ تُحرِّكَ الملفَّ أو المغناطيسَ لتحصلَ على التيارِ الكهربائي . إنَّ المولِّدَ الكهربائيَّ يعملُ على هذا الأساسِ . والمُولِّدُ الكهربائيُّ في تركيبهِ يُماثِلُ من حيثُ الأساسِ للمُحرِّكِ الكهربائيِّ المشروحَ في التجربةِ السابقةِ ولكنْ بدونِ مَصْدَرٍ للكهربائيةِ وبَدَلاً من ذلكَ يجبُ استخدامُ مصدرٍ خارجيٍّ لتدويرِ الملفِّ . مثلاً نديره باليدِ وعندئذٍ نحصلُ منه على تيارٍ كهربائي .

إن المولداتِ الكهربائيةَ هي مصدرُ الكهربائيةِ التي نستخدمُها في المنازلِ أو في المصانعِ أو في غيرِ ذلكَ من المجالاتِ التي نحتاجُ فيها إلى كميةٍ كبيرةٍ من الطاقةِ الكهربائيةِ . ويتمُّ تدويرُ هذهِ المولِّداتِ بواسطةِ التوربينات البخاريةِ أو التوربيناتِ المائيةِ أو بغيرِ ذلكَ مِنَ المكائنَ .

شكل (٢٢)



الكهربائية في خدمتنا

إنَّ التجاربَ السابقةَ أظهرتْ لنا بأنَّ التيارَ الكهربائيَّ يستطيعُ أنْ يعطيَ تأثيراتٍ كثيرةً ويمكنُ أن نستفيدَ من هذهِ التأثيراتِ في كثيرٍ من المجالاتِ المفيدةِ لنا . حاولِ الآنَ مناقشةَ التجاربِ المذكورةِ ومعرفةَ تأثيراتِ التيارِ الكهربائي منها ثم ابحثْ عن مجالاتِ استخدامِ هذهِ التأثيراتِ في مُختلفِ الأجهزةِ الكهربائيةِ .

• هل التيارُ الكهربائيُّ له تأثيراتٌ مغناطيسيةٌ ؟

راجع التجربةَ ٨ و ٩ وتأكدْ من ذلكَ .

ثم راجعِ التجربةَ ٩ و ١٠ للاطلاعِ على بعضِ مجالات الاستفادةِ من التأثيراتِ المغناطيسيةِ للتيار الكهربائي .

• هل التيارُ الكهربائيُّ له تأثيراتٌ حراريةٌ وضوئيةٌ ؟

راجعِ التجربةَ ١٢ وفكِّرْ في بعضِ الأجهزةِ الكهربائيةِ التي يساعدُنا فيها التيارُ الكهربائيُّ في الحصولِ على الحرارةِ أو الضوءِ .

• هلِ التيارُ الكهربائيُّ له تأثيراتٌ كيمياويةٌ ؟ راجعِ التجربةَ ١٣ للتأكُدِ من ذلكَ وفكِّرْ في استعمالاتٍ أخرى لهذهِ الخاصيةِ للتيارِ الكهربائيِّ إضافةً إلى الطَّلي الكهربائيِّ .

• هلِ التيارُ الكهربائيُّ له تأثيراتٌ ميكانيكيةٌ أي حركيةٌ ؟ هلْ يُمكنُ توليدُ حركةٍ من التيارِ الكهربائيِّ؟
راجعِ التجربةَ ١٤ ثم فكرْ في بعضِ الأجهزةِ التي يُستخدَمُ فيها المحركُ الكهربائيّ .

• هلْ تعتقدُ الآنَ بأنَّ الكهربائيةَ تُستخدَمُ بطُرقٍ كثيرةٍ لخدمتِنا ؟

ومع ذلكَ توجدُ طرقٌ أخرى تخدِمُنا فيها الكهربائيةُ لم نتطرقْ إليها في هذا الكتابِ . خُذْ على سبيلِ المثالِ جهازَ الراديو وجهازَ التلفزيونِ وكثيراً من الأجهزةِ المماثلةِ التي نسميها الأجهزة الالكترونية وهي أيضاً أجهزةٌ كهربائيةٌ تستخدمُ الكهربائيةَ في عملها وحاولْ متابعةَ تجاربِكَ ودراساتِكَ لاغناءِ معرفتِكَ عن الكهربائيةِ في هذا المجالِ أيضاً .

• وتذكرْ بأنَّ الكهربائيةَ رغمَ أنها صديقٌ حميمٌ للإنسانِ فانها يمكنُ أن تكونَ عدواً له أيضاً إذا لم يُحْسِنِ استعمالَها وعليكَ أن تتعلمَ كيفَ تستخدمُ الأجهزةَ الكهربائيةَ في منزلِكَ أو مدرستِكَ .

• لا تحاولْ إطلاقَ طائرتِكَ الورقيةِ في جوٍّ عاصفٍ رَطْبٍ لأنَّ الطائرةَ قد تُصبحُ مشحونةً بكهربائيةٍ مستقرةٍ في الغيومِ ، وخيطُ الطائرةِ قد يُصبحُ بسببِ الرطوبةِ موصلاً للكهربائيةِ . وقد تُصيبُكَ شرارةٌ كهربائيةٌ خطرةٌ .

• لا تُطْلِقْ طائرتَكَ الورقيةَ بالقُربِ من أسلاكِ الكهرباءِ في المنطقةِ لأنَّ خيطَ الطائرةِ عندَ ملامستِهِ للأسلاكِ يمكنُ أن يُوصِلَ تياراً كهربائياً خَطِراً عليك .

• لا تَلْمَسِ الأجزاءَ الداخليةَ للاجهزةِ الكهربائيةِ في منزلِكَ عندما تكونُ متصلةً بالمصدرِ الكهربائيِّ الرئيس .

• لا تَعْبَثْ بأيةِ طريقةٍ بالمنبعِ الكهربائي الرئيس ـ البلك ـ لأنَّ الكهربائيةَ قد تتسربُ إلى جسمكَ وهي خطرةٌ عليك .

• لا تُحاولْ فَتْحَ أو غَلْقَ المفتاحِ الكهربائي في الشبكةِ الكهربائيةِ في المنزلِ أو المدرسةِ عندما تكونُ يدُكَ مبللةً بالماءِ لأنَّ الماءَ الذي نستعملُهُ ليسَ عازلاً تماماً للكهربائيةِ بسببِ الأملاحِ والموادِ الأخرى الذائبةِ فيه .

• تأكدْ أنَّ جميعَ أسلاكِ التوصيلِ الموصلةِ إلى الأجهزةِ الكهربائية مُغلفةٌ جيداً بالمادّةِ العازلةِ قَبْلَ توصيلِ هذهِ الأجهزةِ . وحافِظْ على هذه الأسلاكِ بعيدةً عن التَعرُّضِ للتآكُلِ أو الوطءِ بالأقدامِ .

• وَتذكَّرْ أنَّ جميعَ التجاربِ في هذا الكتابِ لا يُستخدَمُ فيها التيارُ الرئيسُ بل تُستخدَمُ فيها الأعمدةُ الكهربائيةُ فقط وبذلك فهي تجاربُ آمنةٌ .

